

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS GEOLÓGICAS**  
**Departamento de Paleontología**



**LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL  
INTERVALO SINEMURIENSE SUPERIOR-  
TOARCIESE INFERIOR EN LA CORDILLERA  
CANTÁBRICA: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y  
TEMPORAL.**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**  
**PRESENTADA POR**

**Ángela Raquel Fraguas Herráez**

Bajo la dirección del doctor

María José Comas-Rengifo

**Madrid, 2011**

**ISBN: 978-84-694-2280-9**

© Ángela Raquel Fraguas Herráez, 2010



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Facultad de Ciencias Geológicas

Departamento de Paleontología

**LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL  
INTERVALO SINEMURIENSE SUPERIOR-  
TOARCIENSE INFERIOR EN LA CORDILLERA  
CANTÁBRICA: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y  
TEMPORAL**

***LATE SINEMURIAN-EARLY TOARCIAN  
CALCAREOUS NANNOFOSSILS FROM THE  
CANTABRIAN RANGE: SPATIAL AND  
TEMPORAL DISTRIBUTION***

**ÁNGELA RAQUEL FRAGUAS HERRÁEZ**

**TESIS DOCTORAL**

**PHD THESIS**

**Madrid, 2010**



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
Facultad de Ciencias Geológicas  
Departamento de Paleontología

**LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL  
INTERVALO SINEMURIENSE SUPERIOR-  
TOARCIENSE INFERIOR EN LA CORDILLERA  
CANTÁBRICA: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y  
TEMPORAL**

***LATE SINEMURIAN-EARLY TOARCICAN  
CALCAREOUS NANNOFOSSILS FROM THE  
CANTABRIAN RANGE: SPATIAL AND  
TEMPORAL DISTRIBUTION***

**ÁNGELA RAQUEL FRAGUAS HERRÁEZ**

**TESIS DOCTORAL  
PHD THESIS**

**Madrid, 2010**





Memoria del trabajo realizado por Dña. Ángela Raquel FRAGUAS HERRÁEZ, bajo la dirección de la Profesora Titular Dra. María José COMAS RENGIFO del Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, para optar al Título de Doctor con “Mención Doctor Europeo”, por la Universidad Complutense de Madrid

Madrid, junio de 2010



## AGRADECIMIENTOS

Los cuatro años de realización de esta Tesis Doctoral han requerido mucho esfuerzo y un continuo aprendizaje, que han sido recompensados con un importante desarrollo personal, numerosas satisfacciones e inolvidables vivencias. Quiero dar las gracias a todas aquellas personas que, de alguna manera, han hecho posible este trabajo.

En primer lugar, he de agradecer enormemente a mi directora de Tesis, Dra. María José COMAS-RENGIFO, la oportunidad que me ha brindado de trabajar en un tema tan apasionante, y la confianza que, desde el primer día, ha depositado en mí. Las soluciones que ha propuesto a los problemas que me he encontrado a lo largo de estos años, así como sus revisiones y comentarios críticos, y sus innumerables muestras de apoyo, han sido imprescindibles para el desarrollo de esta Memoria.

A Nicola PERILLI, por su inestimable colaboración y sus buenos consejos. Sus conocimientos sobre esta materia, y sus opiniones y comentarios, han sido de gran ayuda para obtener estos resultados. También gracias por ser el mejor de los anfitriones en Italia.

Al Dr. Antonio GOY GOY, por esa continua transferencia de conocimientos y por la resolución de tantas dudas en el campo. Gracias también por haberme transmitido esa “devolución” por la Micropaleontología, y por haberme mostrado, por primera vez, cómo es unocolito.

A la Dra. Graciela SARMIENTO CHIESA, por haberme ayudado y apoyado en todo lo referente al Aula de Microscopía, y también con algunas gestiones.

A Carlos ALONSO RECIO, técnico del Laboratorio de Fotografía del Departamento de Paleontología, por su gran ayuda con las láminas fotográficas y con el Photoshop.

A la Dra. María de la Concepción HERRERO MATESANZ, por su ayuda con el reconocimiento de los foraminíferos, en algunas de las muestras analizadas en esta Tesis Doctoral.

A la Dra. Alejandra GARCÍA FRANK, por su apoyo y las múltiples soluciones que ha dado a mis problemas con Procite y otros programas informáticos.

Al Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, por su ayuda, apoyo y rapidez para solucionar los problemas que han surgido en el transcurso de estos cuatro años.

Al Dr. Juan José GÓMEZ FERNÁNDEZ, por introducirme en el “mundo” de la Paleoecología, y por solucionar todas mis dudas en el campo.



A Gilberto HERRERO, técnico del Laboratorio del Departamento de Estratigrafía, por su inestimable ayuda con la preparación de las láminas ultrafinas, y por su enorme paciencia durante las múltiples pruebas ensayo-error con mis muestras.

Al Departamento de Petrología y Geoquímica de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, especialmente a la Dra. FERNÁNDEZ SANTÍN, por haberme “prestado” un lugar de trabajo, un microscopio y un ordenador durante los cuatro meses que el Departamento de Paleontología estuvo cerrado por obras.

A la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, especialmente a Mariví y a Pedro, por su rapidez y eficacia buscando aquellos artículos y libros, que eran tan increíblemente difíciles de encontrar.

Al Centro de Microscopía electrónica “Luis Brú” de la UCM, en especial a Luis PUEBLA, Ana, Alfonso y Eugenio, por haberme dado la oportunidad de disfrutar de múltiples sesiones, y poder introducir unas fotografías de SEM preciosas en este trabajo.

Al Dr. Pedro Luis GARCÍA YBARRA, de la Facultad de Físicas de la UNED, por “cederme” el SEM de su departamento durante un día, y por haberme permitido así retratar a algunos de mis cocolitos.

Al Dr. José Abel FLORES y a la Dra. Elena COLMENERO-HIDALGO, así como a los Doctorandos del Área de Paleontología del Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca. Su ayuda y conocimientos, fueron imprescindibles para iniciarme en el “mundo” de la biometría.

A la Dra. Elisabetta ERBA, del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Milán (Italia), por haberme dado la oportunidad de realizar mi primera “estancia breve” en el extranjero, y por su ayuda con la resolución de los problemas que me fui encontrando durante la misma. Gracias también por su apoyo y sus comentarios críticos sobre mi trabajo.

Al Dr. Jeremy YOUNG, del Museo de Historia Natural de Londres (Inglaterra), por haberme brindado la oportunidad de trabajar durante tres meses en dicha institución, por ser siempre tan accesible y por esas discusiones científicas tan interesantes que hemos mantenido. Quería agradecer también sus comentarios, consejos y opiniones recibidas a vuelta de e-mails.

Al Dr. Paul BOWN, del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Londres (Inglaterra), por su inestimable ayuda con el inglés y por sus valiosos comentarios sobre mi trabajo.

A la Dra. Francesca LOZAR, del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Turín (Italia), por su amable colaboración y por la valoración positiva de mi trabajo.

A la Dra. Emanuela MATTIOLI, del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Lyon (Francia), por su ayuda, sus comentarios críticos, y sus valiosos consejos durante el desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros de despacho: Laura, Tito, Daniel, Juan Alberto, Angélica, Fernando, Ester, Paloma, Paula, Blanca, Ana y Omid, y a los Doctorandos de otros Departamentos: Laura, Andrea, Paquito, Belén, Carlos, Alicia, Rebeca,..., y a Manuel, Sole, Adri, Juan..., por sus buenos consejos e innumerables muestras de apoyo a lo largo de estos cuatro años. A Gema y a Enrique, muchas gracias por todos esos momentos de relax, por esos viajes que hemos hecho juntos, por vuestra visita a Milán y, por vuestro constante apoyo.

Muchas gracias también a mis compañeros de despacho en Milán, Cristina, Daniele, Bianca, Francesca, Enrico, Dario, Michele,..., por vuestro apoyo durante mi estancia y por esas tardes de café Cappuccino. A Susanne, Consuelo, Giles, Clive,..., por su compañía y ayuda durante mi estancia en Londres.

A mis amigos de siempre, Julio, Susana, Fer, Javi, Elena, Fran, Jesús, Mercedes, Guzmán, Imanol, Elenita, Rosalía, Silvia, Rubén, Sonia,...por haber compartido conmigo la pasión por la Geología, y haber soportado mis agobios física y telefónicamente.

A Tomás, que durante los últimos meses ha sido mi pilar, y ha soportado la peor parte de este trabajo, transmitiendo siempre su optimismo. Por su incondicional apoyo, su ayuda en todo y su cariño. Sin él este trabajo no hubiera sido igual.

A mis padres, por haberme apoyado con mis estudios en Geología, por haberme animado a seguir por el “camino” de la investigación, y por su apoyo en todo momento. A mi hermano, David, muchas gracias por tus sabios consejos, siempre, y por tu ayuda con la estadística. Sin mi familia este trabajo no hubiera sido posible.

A todos, mil gracias.

Esta Tesis Doctoral ha sido realizada gracias a la concesión de una beca predoctoral UCM, y a la financiación de los proyectos 910431 (UCM-CAM), CGL2005-01765/BTE (MEC), CCG07/AMB-2478 (UCM-CAM) y CGL2008-03112/BTE (MICINN).



## RESUMEN

Los nanofósiles calcáreos son uno de los principales constituyentes de los sedimentos margosos y calcáreos, e incluyen taxones comunes y fácilmente identificables tanto en el dominio Boreal como en el del Tethys. Por estas razones, este grupo fósil es considerado una herramienta muy útil para datar las rocas y para realizar reconstrucciones paleoceanográficas.

Con el fin de contribuir al conocimiento de los nanofósiles calcáreos del intervalo temporal Sinemuriense Superior–Toarciense Inferior, y de determinar su distribución espacial en la Cordillera Cantábrica, se han muestreado seis secciones expandidas, datadas con ammonites, pertenecientes a tres áreas geográficas diferentes. Cuatro de estas secciones se encuentran en la Cuenca Vasco-Cantábrica, dos en el Valle del río Nansa y dos en el área de Reinosa, y las otras dos están situadas en la parte oriental de Asturias, que durante el intervalo temporal estudiado ocupaba una posición más proximal respecto al Macizo Ibérico.

Se ha realizado una clasificación taxonómica detallada de los nanofósiles calcáreos, considerando sus características morfológicas y sus propiedades ópticas, observadas con microscopio óptico y electrónico. Se han identificado dos divisiones, dos clases, cinco órdenes, siete familias, una subfamilia, trece géneros, treinta y dos especies y dos subespecies. Se ha descrito una especie nueva, *Crepidolithus* sp. 1. Las especies de cocolitos reconocidas se han organizado en cuatro grupos morfológicos, protolitos, loxolitos, placolitos radiados y placolitos imbricados, teniendo en cuenta las características estructurales que presentan cuando se estudian con el microscopio electrónico.

Los análisis semicuantitativos realizados sobre las asociaciones de nanofósiles calcáreos han permitido conocer la distribución estratigráfica de cada una de las especies, y describir las sucesiones de bioeventos observadas en las seis secciones estudiadas, calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites. Se han identificado seis bioeventos principales: FOs de *C. crassus*, *S. cruciulus*, *B. novum*, *L. hauffii*, *L. sigillatus* y *C. superbus*, y seis bioeventos secundarios: FOs de *O. hamiltoniae*, *B. grande*, *B. finchii* y *L. barozii*, y FCOs de *C. jansae* y *L. hauffii*.

Teniendo en cuenta estos bioeventos, se ha elaborado una primera escala bioestratigráfica para el N de España, que incluye las zonas y subzonas nanofósiles calibradas respecto a las zonas de ammonites. Se han reconocido las zonas de nanofósiles NJ2 *Parhabdolithus liasicus*, NJ3 *Crepidolithus crassus*, NJ4 *Similiscutum cruciulus*, NJ5 *Lotharingius hauffii* y NJ6 *Carinolithus superbus*. Además, se han enmendado las subzonas de nanofósiles NJ4a *Crepidolithus pliensbachensis*, NJ4b *Crepidolithus granulatus*, NJ5a *Biscutum finchii* y NJ5b *Lotharingius sigillatus*. Esta propuesta ha sido comparada con los esquemas bioestratigráficos establecidos para el NO de Europa, Portugal e Italia.

Con el fin de contar con un criterio más objetivo y riguroso a la hora de llevar a cabo la clasificación taxonómica, se han efectuado análisis biométricos sobre todas las



especies identificadas. Los especímenes fueron inicialmente asignados a especies utilizando criterios cualitativos convencionales y, posteriormente, los análisis biométricos permitieron comprobar si esta primera asignación subjetiva era correcta. Éstos han resultado especialmente interesantes en aquellos géneros que muestran una gran variabilidad morfológica. En concreto, se han realizado dos análisis biométricos de detalle sobre las especies *C. crassus*, *C. crucifer*, *L. hauffii*, *L. sigillatus* y *L. crucicentralis*, con el fin de resolver algunos problemas taxonómicos y evolutivos, e intentar evaluar la influencia de las condiciones paleoambientales sobre el tamaño de las especies.

El intervalo Sinemuriense Superior–Toarciense Inferior, está considerado como el periodo más importante para los nanofósiles calcáreos, en términos tanto de diversificación como de expansión, ya que, después de la extinción masiva del límite Triásico/Jurásico, este grupo muestra un importante aumento en la abundancia y diversidad de especies. En este trabajo, la especiación de los nanofósiles y, especialmente, el origen de los diferentes grupos morfológicos durante el intervalo estudiado, han sido analizados en términos evolutivos. El grupo morfológico de los discolitos, que incluye los protolitos y los loxolitos, se identifica desde las muestras más antiguas estudiadas. Sin embargo, la aparición del grupo de los placolitos radiados se sitúa en la Zona Jamesoni, con los primeros especímenes de *S. cruciulus*, y la del grupo de los placolitos imbricados se reconoce en la Zona Davoei, donde aparece la especie *B. prinsii*.

Además durante el intervalo estudiado se registraron importantes variaciones en las temperaturas de las aguas y en el nivel del mar, tanto en la Cuenca Vasco-Cantábrica como en Asturias. Los resultados obtenidos de los análisis cuantitativos realizados sobre los nanofósiles, han permitido proponer algunas posibles respuestas del grupo a los cambios en las condiciones paleoecológicas. La elevada abundancia relativa de las especies del género *Crepidolithus* durante las zonas Jamesoni y Davoei permite interpretarlas como especies oportunistas. La alta abundancia relativa de *Similiscutum* spp. permite suponer condiciones meso-eutróficas durante la Zona Ibex. Las asociaciones de nanofósiles dominadas por *C. jansae* y *Biscutum* spp., durante la Zona Margaritatus, parecen señalar sus preferencias por las bajas temperaturas. En la sección de O Rodiles, alrededor del límite de la extinción del Toarciense Inferior, se registró una disminución en las abundancias de *Schizosphaerella* sp. y *C. jansae*, coincidiendo con un fuerte aumento en las temperaturas y con la sedimentación de materiales ricos en materia orgánica. Durante el evento de extinción del Toarciense Inferior tuvo lugar un pico en la abundancia del género *Calyculus*, que podría haber proliferado bajo condiciones de estratificación de las aguas.

**Palabras clave:** Nanofósiles calcáreos, Jurásico Inferior; Cordillera Cantábrica; Taxonomía; Bioestratigrafía; Paleoecología.

## ABSTRACT

Calcareous nannofossils represent one of the most important constituents of the marly and carbonate lithologies, and include common and easily recognizable, widespread taxa. For these reasons, nannofossils are considered a very helpful tool for both biostratigraphy and paleoceanography.

In order to improve the knowledge about Late Sinemurian–Early Toarcian calcareous nannofossils, and to determine the spatial and temporal distribution of this group in the Cantabrian Range, six well-dated successions belonging to three different geographical areas have been sampled. Four of these sections are located in the Basque-Cantabrian Basin, two in the Río Nansa Valley and two in the Reinosa area, and the other two geological sections are situated in the eastern part of Asturias, which during the time interval studied was located in a more proximal position with respect to the Iberian Massif.

A refined taxonomic classification of calcareous nannofossils has been realized on the basis of their morphological characteristic and optical properties under both light and scanning microscopes. Two divisions, two classes, five orders, seven families, one subfamily, thirteen genera, thirty-two species and two subspecies have been recognized. A new species, *Crepidolithus* sp. 1, has been described. Moreover, all the coccolith species identified have been organized into four structural groups, protoliths, loxoliths, radiating placoliths, imbricating placoliths, considering their structural characteristics observed using the scanning microscope.

Semiquantitative analyses performed on calcareous nannofossil assemblages have allowed to know the distribution range of each species identified and, to describe the successions of bioevents of the study sections, calibrated to the ammonite zones and subzones. Six main bioevents: FOs of *C. crassus*, *S. cruciulus*, *B. novum*, *L. hauffii*, *L. sigillatus* and *C. superbus*, and six secondary bioevents: FOs of *O. hamiltoniae*, *B. grande*, *B. finchii* and *L. barozii*, and FCOs of *C. jansae* and *L. hauffii*, have been recognized.

An accurate and synthetic biostratigraphic scheme for N Spain, including both nannofossil zones and subzones calibrated to ammonite zones, has been proposed herein for the first time. The NJ2 Parhabdolithus liasicus, NJ3 Crepidolithus crassus, NJ4 Similiscutum cruciulus, NJ5 Lotharingius hauffii and NJ6 Carinolithus superbus Calcareous Nannofossil Zones have been recognized. Moreover, the NJ4a Crepidolithus plienschachensis, NJ4b Crepidolithus granulatus, NJ5a Biscutum finchii and NJ5b Lotharingius sigillatus Calcareous Nannofossil Subzones have been emended. This biostratigraphic scheme has been compared to those established for NW Europe, Portugal and Italy.

Biometric analyses have been performed on the species identified, in order to have a more rigorous and objective criterion for their taxonomic classification. The specimens analyzed in this work were initially assigned to species using conventional qualitative criteria, and then biometric analyses have been applied for testing this initial

subjective species assignment. These analyses are especially interesting for those genera that show a wide morphological variability within their taxa. Moreover, two detailed biometric analyses have been performed on two important groups of Early Jurassic nannofossils, *Crepidolithus* and *Lotharingius*, in order to improve taxonomic and evolutionary understanding, and to evaluate the influence of the paleoenvironmental conditions on coccolith size.

The time interval studied, Late Sinemurian–Early Toarcian is considered the most important period for calcareous nannofossils, in terms of diversification and expansion, showing a sharp increase in both abundance of specimens and diversity of species, after the Triassic/Jurassic boundary mass extinction. In this work, the speciation of calcareous nannofossils, and especially the origin of the structural groups during the studied interval, could provide a good opportunity to determine the calcareous nannofossil evolutionary trends. The discolith rim structure group, which includes the protolith and loxolith groups, has been identified from the first sample analyzed. However, the appearance of the radiating placolith group, *S. cruciulus*, has been located within the Jamesoni Ammonite Zone, and the origin of the imbricating placolith group, *B. prinsii*, has been recorded in the Davoei Ammonite Zone.

Important variations in both temperatures and sea-level were recorded during the Late Sinemurian–Early Toarcian time interval, in the Cantabrian Range. Quantitative analyses have been performed on calcareous nannofossil assemblages, in order to know the response of nannofossils to these paleoenvironmental changes. Considering their high relative abundances during the Jamesoni and Davoei Ammonite Zones, the species of the genus *Crepidolithus* were interpreted as opportunistic taxa. Meso-eutrophic conditions have been inferred for the Ibex Ammonite Zone, on the basis of the high abundances of *Similiscutum* spp. During the Margaritatus Ammonite Zone, the nannofossil assemblages were mainly represented by *C. jansae* and *Biscutum* spp., taxa with affinities for low temperatures. In the W Rodiles section, a decrease in the abundances of both *Schizosphaerella* sp. and *C. jansae* or “biocalcification crisis” was recorded around the Early Toarcian extinction boundary, coinciding with a sharp increase of the temperature and the deposition of the organic-laminated shales. Therefore, a direct cause-effect relationship between the paleotemperatures and the changes recorded in certain calcareous nannofossils can be established. A peak in the abundance of *Calyculus* spp., taxa flourishing under conditions of water-column stratification, was registered around the extinction boundary of the Early Toarcian.

**Keywords:** Calcareous nannofossils; Lower Jurassic; Cantabrian Range; Taxonomy; Biostratigraphy; Paleoecology.

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>i</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>ix</b>
<b>1.- INTRODUCTION AND OBJECTIVES</b>	<b>3</b>
<b>2.- ANTECEDENTES SOBRE NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL JURÁSICO INFERIOR</b>	<b>7</b>
<b>3- METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE TRABAJO</b>	<b>19</b>
<b>3.1.- TRABAJO DE GABINETE</b>	<b>19</b>
<b>3.2.- TRABAJO DE CAMPO</b>	<b>19</b>
<b>3.3.- TRABAJO DE LABORATORIO</b>	<b>20</b>
3.3.1.- PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO CON MICROSCOPÍA ÓPTICA	21
3.3.1.1.- <i>Smear slides</i>	21
3.3.1.2.- Láminas ultrafinas	22
3.3.2.- PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO CON MICROSCOPÍA ELECTRÓNICA	24
3.3.3.- PRESERVACIÓN	26
3.3.4.- ANÁLISIS SEMICUANTITATIVOS	27
3.3.5.- ANÁLISIS CUANTITATIVOS	28
3.3.6.- ANÁLISIS BIOMÉTRICOS	30
<b>4.- CONTEXTO GEOGRÁFICO Y MARCO GEOLÓGICO</b>	<b>33</b>
<b>4.1.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>33</b>
<b>4.2.- CUENCA VASCO-CANTÁBRICA</b>	<b>33</b>
<b>4.3.- ASTURIAS</b>	<b>39</b>
<b>5.- ESTRATIGRAFÍA</b>	<b>45</b>
<b>5.1.- CUENCA VASCO-CANTÁBRICA</b>	<b>45</b>
5.1.1.- SECCIÓN DE TUDANCA	45
5.1.2.- SECCIÓN DE SANTOTIS	51
5.1.3.- SECCIÓN DE CAMINO	54
5.1.4.- SECCIÓN DE SAN ANDRÉS	62
<b>5.2.- ASTURIAS</b>	<b>66</b>
5.2.1.- SECCIÓN DE E RODILES	66
5.2.2.- SECCIÓN DE O RODILES	73



<b>6.- PALEONTOLOGÍA</b>	<b>79</b>
<b>6.1.- GENERALIDADES DEL GRUPO</b>	<b>79</b>
6.1.1.- CONSIDERACIONES SOBRE LA BIOLOGÍA DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS Y LOS COCOLITOFÓRIDOS ACTUALES	79
6.1.2.- MORFOLOGÍA DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS	83
<b>6.2.- PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA</b>	<b>87</b>
División <b>Prymnesiophyta</b> HIBBERD, 1976	89
Clase <b>Prymnesiophyceae</b> HIBBERD, 1976	89
Orden <b>Eiffellithales</b> ROOD, HAY & BARNARD, 1971	89
Familia <b>Chiastozygaceae</b> ROOD, HAY & BARNARD, 1973 <i>emend.</i> VAROL & GIRGIS, 1994	89
Género <b>Crepidolithus</b> NOËL, 1965a	89
<i>Crepidolithus cavus</i> PRINS <i>ex</i> ROOD, HAY & BARNARD, 1973	90
<i>Crepidolithus crassus</i> (DEFLANDRE <i>in</i> DEFLANDRE & FERT, 1954) NOËL, 1965a	92
<i>Crepidolithus crucifer</i> PRINS <i>ex</i> ROOD, HAY & BARNARD, 1973 <i>emend.</i> FRAGUAS & ERBA, <i>in litt.</i>	94
<i>Crepidolithus granulatus</i> BOWN, 1987b	96
<i>Crepidolithus plienschbachensis</i> CRUX, 1985 <i>emend.</i> BOWN, 1987b	97
<i>Crepidolithus</i> sp. 1	99
Género <b>Tubirhabdus</b> PRINS <i>ex</i> ROOD, HAY & BARNARD, 1973	101
<i>Tubirhabdus patulus</i> PRINS <i>ex</i> ROOD, HAY & BARNARD, 1973	101
Orden <b>Stephanolithiales</b> BOWN & YOUNG, 1997	103
Familia <b>Parhabdolithaceae</b> BOWN, 1987b	104
Género <b>Calcivascularis</b> WIEGAND, 1984b	104
<i>Calcivascularis jansae</i> WIEGAND, 1984b	105
Género <b>Crucirhabdus</b> PRINS <i>ex</i> ROOD, HAY & BARNARD, 1973 <i>emend.</i> BOWN, 1987b	107
<i>Crucirhabdus minutus</i> JAFAR, 1983 <i>ex</i> BOWN, 1987b	108
<i>Crucirhabdus primulus</i> PRINS, 1969 <i>ex</i> ROOD, HAY & BARNARD, 1973 <i>emend.</i> BOWN, 1987b	109
Género <b>Mitrolithus</b> DEFLANDRE <i>in</i> DEFLANDRE & FERT, 1954 <i>emend.</i> BOWN & YOUNG <i>in</i> YOUNG, TEALE & BOWN, 1986	111
<i>Mitrolithus elegans</i> DEFLANDRE <i>in</i> DEFLANDRE & FERT, 1954	112
<i>Mitrolithus lenticularis</i> BOWN, 1987b	114
Género <b>Parhabdolithus</b> DEFLANDRE, 1952 <i>emend.</i> BOWN, 1987a	115
<i>Parhabdolithus liasicus distinctus</i> DEFLANDRE, 1952, BOWN, 1987b	116
<i>Parhabdolithus liasicus liasicus</i> DEFLANDRE, 1952, BOWN, 1987b	118
<i>Parhabdolithus robustus</i> NOËL, 1965a	120
Orden <b>Podorhabdales</b> ROOD, HAY & BARNARD, 1971 <i>emend.</i> BOWN, 1987b	122
Familia <b>Biscutaceae</b> BLACK, 1971 <i>emend.</i> BOWN, 1987b	122
Subfamilia <b>Biscutoideae</b> HOFFMANN, 1970	123

Género	<b><i>Biscutum</i></b> BLACK <i>in</i> BLACK & BARNES, 1959 <i>emend.</i> DE KAENEL & BERGEN, 1993	123
	<i>Biscutum dubium</i> (NOËL, 1965a) GRÜN <i>in</i> GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974	124
	<i>Biscutum finchii</i> CRUX, 1984 <i>emend.</i> BOWN, 1987a	126
	<i>Biscutum grande</i> BOWN, 1987b	128
	<i>Biscutum intermedium</i> BOWN, 1987b	130
	<i>Biscutum novum</i> (GOY <i>in</i> GOY, NOËL & BUSSON, 1979) BOWN, 1987a	132
Familia	<b>Biscutaceae</b> BLACK, 1971 <i>emend.</i> BOWN, 1987b	134
Género	<b><i>Similiscutum</i></b> DE KAENEL & BERGEN, 1993, <i>emend.</i> MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, 2004a	134
	<i>Similiscutum avitum</i> DE KAENEL & BERGEN, 1993	135
	<i>Similiscutum cruciulus</i> DE KAENEL & BERGEN, 1993	137
	<i>Similiscutum orbiculus</i> DE KAENEL & BERGEN, 1993	139
Familia	<b>Calyculaceae</b> NOËL, 1973 <i>emend.</i> GOY, 1981	140
Género	<b><i>Calyculus</i></b> NOËL, 1973 <i>emend.</i> CRUX, 1987a	141
	<i>Calyculus</i> spp.	142
Género	<b><i>Carinolithus</i></b> PRINS <i>in</i> GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 <i>emend.</i> BOWN, 1987b	143
	<i>Carinolithus cantaluppii</i> COBIANCHI, 1990	144
	<i>Carinolithus poulabronei</i> MATTIOLI, 1996	145
	<i>Carinolithus superbus</i> (DEFLANDRE <i>in</i> DEFLANDRE & FERT, 1954) PRINS <i>in</i> GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974	146
Orden	<b>Watznaueriales</b> BOWN, 1987b	148
Familia	<b>Bussoniaceae</b> GOY, 1981 <i>emend.</i> DE KAENEL & BERGEN, 1993	149
Género	<b><i>Bussonius</i></b> GOY <i>in</i> GOY, NOËL & BUSSON, 1979	149
	<i>Bussonius prinsii</i> (NOËL, 1973) GOY <i>in</i> GOY, NOËL & BUSSON, 1979	150
Familia	<b>Watznaueriaceae</b> ROOD, HAY & BARNARD, 1971 <i>emend.</i> BOWN, 1987b	151
Género	<b><i>Lotharingius</i></b> NOËL, 1973, <i>emend.</i> GOY <i>in</i> GOY, NOËL & BUSSON, 1979	152
	<i>Lotharingius barozii</i> NOËL, 1973, <i>emend.</i> GOY <i>in</i> GOY, NOËL & BUSSON, 1979	153
	<i>Lotharingius crucicentralis</i> (MEDD, 1971) GRÜN & ZWEILI, 1980	155
	<i>Lotharingius hauffii</i> GRÜN & ZWEILI <i>in</i> GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 <i>emend.</i> GOY <i>in</i> GOY, NOËL & BUSSON, 1979	156
	<i>Lotharingius sigillatus</i> (STRADNER, 1961) PRINS <i>in</i> GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 <i>emend.</i> GOY, 1981	159
	<i>Lotharingius umbriensis</i> MATTIOLI, 1996	161
División	<b>Pyrrophyta</b> PASCHER, 1914	162
Clase	<b>Dinophyceae</b> FRITSCH, 1929	162
Orden	<b>Thoracosphaerales</b> TANGEN, BRAND, BLACKWELDER & GUILLARD, 1982	162
Familia	<b>Schizosphaerellaceae</b> DEFLANDRE, 1959	162

Género <i>Schizosphaerella</i> DEFLANDRE & DANGEARD, 1938	162
<i>Schizosphaerella</i> sp.	163
<b>INCERTAE SEDIS</b>	164
Género <i>Orthogonoides</i> WIEGAND, 1984b	164
<i>Orthogonoides hamiltoniae</i> WIEGAND, 1984b	165
<b>7.- BIOSTRATIGRAPHY</b>	167
7.1.- INTRODUCTION	167
7.2.- CALCAREOUS NANNOFOSSIL ASSEMBLAGES	168
7.2.1.- TUDANCA SECTION	168
7.2.2.- SANTOTIS SECTION	171
7.2.3.- CAMINO SECTION	173
7.2.4.- SAN ANDRÉS SECTION	175
7.2.5.- E RODILES SECTION	178
7.2.6.- W RODILES SECTION	181
7.3.- CALCAREOUS NANNOFOSSIL BIOHORIZONS	183
7.4.- DISCUSSION	186
<b>8.- BIOMETRY</b>	191
8.1.- INTRODUCTION	191
8.2.- BASIC BIOMETRIC ANALYSES	192
8.3.- DETAILED BIOMETRIC ANALYSES	193
8.3.1.- BIOMETRIC ANALYSES AS A TOOL FOR THE DIFFERENTIATION OF TWO COCCOLITH SPECIES OF THE GENUS <i>CREPIDOLITHUS</i> (PLIENSACHIAN, LOWER JURASSIC) IN THE SANTOTIS SECTION	193
8.3.2.- EVOLUTION OF THE COCCOLITH GENUS <i>LOTHARINGIUS</i> DURING THE LATE PLIENSACHIAN–EARLY TOARCIC INTERVAL IN ASTURIAS (N SPAIN). CONSEQUENCES OF THE EARLY TOARCIC ENVIRONMENTAL PERTURBATIONS	203
<b>9.- TENDENCIAS EVOLUTIVAS DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL JURÁSICO INFERIOR</b>	219
9.1.- INTRODUCCIÓN	219
9.2.- ANTECEDENTES SOBRE LAS TENDENCIAS EVOLUTIVAS DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL JURÁSICO INFERIOR	220
9.3.- CAMBIOS OBSERVADOS EN LOS GRUPOS MORFOLÓGICOS IDENTIFICADOS	228
9.4.- DISCUSIÓN	233
<b>10.- PALEOECOLOGÍA</b>	237
10.1.- INTRODUCCIÓN	237
10.2.- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CUANTITATIVOS Y DE LOS PCAs	238
10.2.1.- SECCIÓN DE TUDANCA	238
10.2.1.1.- Abundancias relativas	238
10.2.1.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad	240
10.2.2.- SECCIÓN DE SANTOTIS	241

10.2.2.1.- Abundancias relativas	241
10.2.2.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad	243
10.2.3.- SECCIÓN DE CAMINO	245
10.2.3.1.- Abundancias relativas	245
10.2.3.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad	246
10.2.4.- SECCIÓN DE SAN ANDRÉS	247
10.2.4.1.- Abundancias relativas	247
10.2.4.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad	250
10.2.5.-SECCIÓN DE E RODILES	252
10.2.5.1.- Abundancias relativas	252
10.2.5.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad	252
10.2.6.- SECCIÓN DE O RODILES	255
10.2.6.1.- Abundancias relativas	255
10.2.6.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad	256
<b>10.3.- DISCUSIÓN</b>	<b>258</b>
10.3.1.- AFINIDADES PALEOECOLÓGICAS DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS	258
10.3.2.- ASOCIACIONES DE NANOFÓSILES DURANTE EL PLIENSBACHIENSE INFERIOR	259
10.3.3.- ASOCIACIONES DE NANOFÓSILES DURANTE EL PLIENSBACHIENSE SUPERIOR	260
10.3.4.- ASOCIACIONES DE NANOFÓSILES DURANTE EL TOARCIENSE INFERIOR	262
10.3.4.1.- Asociaciones de nanofósiles antes del límite de extinción	262
10.3.4.2.- Asociaciones de nanofósiles durante el límite de extinción	263
10.3.4.3.- Asociaciones de nanofósiles después del límite de extinción	264
<b>11.- CONCLUSIONS</b>	<b>265</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>269</b>
<b>LÁMINAS FOTOGRÁFICAS</b>	<b>297</b>
<b>ANEXO 1: ABREVIATURAS</b>	<b>317</b>
<b>ANEXO 2: DATOS DE LOS ANÁLISIS BIOMÉTRICOS</b>	<b>325</b>
<b>ANEXO 3: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CUANTITATIVOS Y PCAs</b>	<b>433</b>





LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL INTERVALO SINEMURIENSE  
SUPERIOR – TOARCIENSE INFERIOR EN LA CORDILLERA  
CANTÁBRICA: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL  
*LATE SINEMURIAN – EARLY TOARCICAN CALCAREOUS  
NANNOFOSSILS FROM THE CANTABRIAN RANGE:  
SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION*

---



## 1.- INTRODUCTION AND OBJECTIVES

This research deals with the Late Sinemurian–Early Toarcian (Lower Jurassic) calcareous nannofossils from the Cantabrian Range [Basque-Cantabrian Basin (BCB) and Asturian Basin (AB), Northern Spain]. This fossil group represents one of the essential constituents of the Mesozoic marly and carbonate lithologies, and includes common and easily recognizable taxa, which were present in both Boreal and Tethyan Domains (BOWN, 1987b; BOWN & COOPER, 1998; MATTIOLI & ERBA, 1999). Therefore, calcareous nannofossils are one of the most helpful biostratigraphic tools for dating rocks.

Early Jurassic was a time of important variations in the paleoenvironmental conditions of the sea waters (temperature, trophic level, salinity) that sharply affected to nannoplankton (BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 2002; ERBA, 2004; MATTIOLI & PITTET, 2004; TREMOLADA *et al.*, 2005; MATTIOLI *et al.*, 2008; FRAGUAS *et al.*, 2010, *in litt.*).

Late Sinemurian–Early Toarcian time interval is considered the most important period for calcareous nannofossils, in terms of both diversification and expansion, showing a sharp increase in abundance of specimens and diversity of species, after the Triassic/Jurassic boundary mass extinction (ROTH, 1987, 1989; BOWN, 1987b; BOWN *et al.*, 1991, 1992, 2004; ERBA *et al.*, 1992; MATTIOLI & ERBA, 1999; ERBA, 2004, 2006). For these reasons, Late Sinemurian–Early Toarcian time interval was selected for carrying out this PhD project. The speciation of the group during this period could reflect paleoenvironmental conditions, and could also provide a good opportunity to determine the calcareous nannofossil evolutionary trends.

The Cantabrian Range was chosen for this PhD Thesis, since it provides continuous and superbly exposed Upper Sinemurian–Lower Toarcian stratigraphic successions. Paleontological data point to a clear boreal affinity of the ammonite fauna, although Tethyan assemblages have been recognized at different levels. Hence, during the time interval studied, the Cantabrian Range was a connection area between the Boreal and Tethyan Domains (BRAGA *et al.*, 1988; COMAS-RENGIFO *et al.*, 1988; FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1988).

As part of two research projects aiming to investigate the paleobiological events of the Lower Jurassic (CGL2005-01765 and CGL2008-03112 projects), six well-dated Lower Jurassic sections located along the Cantabrian Range were sampled during the last four years, for carrying out a detailed research on calcareous nannofossils. These six sections cover approximately the time interval between 193 and 182 Ma. (OGG, 2004).

In order to analyze the spatial distribution of calcareous nannofossils in the Cantabrian Range during the Late Sinemurian–Early Toarcian time interval, the study sections were selected on the basis of their geographical position and, therefore, they belong to different geographic areas. Four of them are located in the BCB and, the other two, in the AB. The Tudanca and Santotis sections are situated in the western part of the BCB, precisely in the Río Nansa Valley. In the Tudanca section, the entire

Stokesi Ammonite Zone (AZ) and the lower portion of the Margaritatus AZ are not observed due to the presence of a fault of unknown movement, which could be related to the Polientes-Tudanca trough (QUESADA *et al.*, 2005). For this reason, the Santotis section was sampled as a complementary section. The composite Camino and San Andrés sections are located in the Reinosa area, in the central part of the BCB. In this case, San Andrés is the complementary section of Camino. These four sections count with an accurate and detailed ammonite biostratigraphic zonation (BRAGA *et al.*, 1985, 1988), which has allowed the calibration of the data obtained from this work to the ammonite zones and subzones. Finally, two well-exposed and expanded sections were sampled in the eastern part of Asturias, the E and W Rodiles sections, which are not affected by faults, unconformities or hiatus. Moreover, the ammonite biostratigraphy of these two sections is also very precise (GÓMEZ *et al.*, 2008; COMAS-RENGIFO *et al.*, *in litt.*). From a paleogeographical point of view, the AB was located more proximal to the Iberian Massif than the BCB, within the carbonate platform.

Up to now, the data published about the calcareous nannofossils from the Cantabrian Range, belong exclusively to the four aforementioned Pliensbachian–Lower Toarcian successions from the BCB (PERILLI, 1999a; PERILLI & COMAS-RENGIFO, 2002; PERILLI *et al.*, 2004; FRAGUAS *et al.*, 2007a, 2007b, 2008a, 2008b; PERILLI *et al.*, 2010). However, this PhD project represents the first study realized on calcareous nannofossils from the AB. Moreover, some of the studied samples were collected from Upper Sinemurian rocks, obtaining a complete succession from the Obtusum AZ to the Serpentinum AZ, in this basin.

The knowledge about the paleoenvironmental conditions recorded in N Spain during the time interval studied, such as paleotemperatures and sea-level changes (ROSALES *et al.*, 2003, 2004a; QUESADA *et al.*, 2005; GÓMEZ *et al.*, 2008) will allow determining the influence of these changes on calcareous nannofossil communities.

During the last three decades, numerous papers about Lower Jurassic calcareous nannofossils from other European basins have been published. These works reveal that nannofossils can be an excellent tool not only for biostratigraphy, but also for paleoecology and paleoceanography.

The main objectives of this work are:

- To carry out a detailed systematic study of the Late Sinemurian–Early Toarcian calcareous nannofossils;
- To propose an accurate biostratigraphic scheme of calcareous nannofossils for N Spain, and to calibrate the main and secondary bioevents, and the nannofossil zones and subzones identified to the ammonite zones and subzones established for the BCB (BRAGA *et al.*, 1985, 1988) and for the AB (GÓMEZ *et al.*, 2008; COMAS-RENGIFO *et al.*, *in litt.*). The calcareous nannofossil zones and subzones recognized in this work, will be compared to those

proposed for NW Europe (BOWN & COOPER, 1998), Lusitanian Basin (VEIGA DE OLIVEIRA *et al.*, 2007a), Italy and S France (MATTIOLI & ERBA, 1999);

- To determine the evolutionary trends of calcareous nannofossils during the time interval studied, and to locate the apparition of the different morphologic groups. It is important to test whether the specimens identified belong to the same genus or family, and if they correspond to different species, or to ecophenotypes or morphotypes of the same species;
- Finally, to determine the influence of the paleoenvironmental conditions, and their modifications, on calcareous nannofossils size, diversity, abundance and spatial distribution, during the time interval studied.

This PhD Thesis has been written as an original manuscript, which includes the main results of a detailed and accurate research. However, some of the chapters are partially constituted by submitted, revised or accepted, but still not published, papers such as FRAGUAS & ERBA (*in litt.*) or FRAGUAS & YOUNG (*in press*) that are included in the chapter 8, and FRAGUAS *et al.* (2010, *in litt.*) in the chapter 10.

A glossary including all the abbreviations used along the text can be found in the Appendix 1. The explanations of the abbreviations are given first in Spanish and then in English, in Italics, and if the abbreviation corresponds to an English word, the meaning in English is written in parentheses and in Italics. The abbreviations included in chapters written in English are not translated to Spanish.



## 2.- ANTECEDENTES SOBRE NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL JURÁSICO INFERIOR

El origen de los nanofósiles calcáreos ha sido un tema de debate entre los especialistas durante las últimas décadas. En los años 70 del siglo XX, algunos autores identificaron los primeros especímenes de nanofósiles calcáreos, incluyendo calcisferas, nanolitos y cocolitos, en materiales del Paleozoico (DEFLANDRE, 1970; PIRINI RADRIZANI, 1971; GARTNER & GENTILE, 1972; GARTNER, 1977). Las investigaciones llevadas a cabo en los últimos treinta años en los Alpes (DI NOCERA & SCANDONE, 1977; WIEDMANN *et al.*, 1979; JAFAR, 1983; BOWN & LORD, 1990; JANOFKSKE, 1992), el NO de Europa (BOWN, 1987b; BOWN *et al.*, 1988; BOWN, 1992; BOWN *et al.*, 1992; BOWN, 1998) y el NO de Australia (VON RAD *et al.*, 1989; BRALOWER *et al.*, 1991, 1992), sugieren que el registro geológico de las calcisferas y los nanolitos comenzó en el Triásico Superior (Carniense), hace aproximadamente 230 millones de años (Ma.). BOWN (1985) identificó los primeros “verdaderos” cocolitos, pertenecientes a los géneros *Archaeozygodiscus* y *Crucirhabdus*, en materiales del Triásico Superior (Noriense) de Austria. Sin embargo, otros autores situaron el origen del grupo en el Jurásico Inferior (AMEZIEUX, 1972).

La mayor parte de los trabajos publicados sobre los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior han presentado como marco geográfico países europeos, concretamente los más cercanos a las cuencas españolas, como son Portugal, Francia e Italia, y también del N de África como Marruecos, que en su conjunto formaron parte del dominio del Tethys.

En esta Tesis Doctoral se han diferenciado dos grandes bloques temáticos. El primero de ellos incluye investigaciones sobre la sistemática, la evolución y la bioestratigrafía de los nanofósiles, y el segundo contiene trabajos sobre la paleoecología del grupo.

Dentro del primer bloque, se han seleccionado los trabajos considerados más relevantes para el conocimiento de las cuencas de Portugal, N de África, Francia, Italia, NO de Europa, América y España.

En la **Cuenca Lusitánica**, HAMILTON (1977) publicó el primer trabajo sobre los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior, basándose en la bioestratigrafía de ammonites establecida por MOUTERDE (1955, 1967). En este trabajo dio a conocer la distribución estratigráfica de veintitrés taxones, propuso cuatro zonas y cinco subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas de ammonites, y comparó sus resultados con los esquemas bioestratigráficos propuestos para otras cuencas del mundo. HAMILTON (1979) discutió la escala zonal de nanofósiles propuesta para el Jurásico Inferior de la Cuenca Lusitánica, y añadió dos zonas nuevas que comprendían los pisos Toarciense y Bajociense. Posteriormente, DE KAENEL & BERGEN (1993) calibraron los nanobiohorizontes identificados en los materiales jurásicos de la Cuenca Lusitánica respecto a la bioestratigrafía de ammonites, con el fin de eliminar la



diacronía existente en la distribución estratigráfica de algunos taxones, y realizaron una descripción sistemática detallada de las especies identificadas. BERGEN (1993a) realizó un estudio preliminar sobre los nanofósiles del Jurásico de distintas secciones de Portugal. BOWN (1987b) y BOWN & COOPER (1998) utilizaron los datos previamente publicados para realizar dos trabajos de síntesis sobre la cuenca. En la década actual, PERILLI & DUARTE (2002) resolvieron las dudas y discrepancias existentes sobre los nanobiohorizontes del Toarciense de la Cuenca Lusitánica. PERILLI & DUARTE (2003, 2006) establecieron la sucesión de biohorizontes, zonas y subzonas de nanofósiles calcáreos en los materiales del Toarciense de cinco secciones de la Cuenca Lusitánica, y las calibraron respecto a las zonas de ammonites. DUARTE *et al.* (2004) compararon los cambios observados en el Toarciense Inferior y Medio de la región de Coimbra, mediante los análisis de estratigrafía secuencial, con la sucesión de nanobiohorizontes y la curva de los isótopos estables.

Como consecuencia de la propuesta de la sección de Peniche como GSSP de la base del Toarciense, se iniciaron estudios paleontológicos de detalle basados en distintos grupos de microfósiles, para conocer los cambios registrados en las asociaciones identificadas en los materiales del tránsito Pliensbachense/Toarciense. VEIGA DE OLIVEIRA *et al.* (2005) compararon la sucesión de eventos de nanofósiles calcáreos con los datos obtenidos del análisis geoquímico de determinados parámetros: Carbono Orgánico Total (*Total Organic Carbon* - TOC),  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bel}}$  (‰ PBD) y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{bel}}$  (‰ PBD). DUARTE *et al.* (2006) analizaron la litología, la geoquímica (respecto al TOC) y la micropaleontología de las facies bituminosas del Sinemuriense Superior de la Fm Água de Madeiros. MAILLIOT *et al.* (2006a) publicaron un estudio preliminar sobre las asociaciones de nanofósiles identificadas en los materiales del límite Pliensbachense/Toarciense en Peniche. Un año más tarde, MAILLIOT *et al.* (2007) dieron a conocer un trabajo detallado sobre dichas asociaciones, identificando la sucesión de eventos y comparando sus resultados con las biozonaciones establecidas para otras cuencas del Tethys Occidental. VEIGA DE OLIVEIRA *et al.* (2007a) identificaron seis zonas de nanofósiles basadas en el esquema zonal propuesto para el NO de Europa, para el intervalo Pliensbachense–Toarciense Inferior de la sección de Peniche, y las calibraron respecto a las zonas de ammonites. VEIGA DE OLIVEIRA *et al.* (2007b) describieron las asociaciones de nanofósiles y palinomorfos de los materiales del límite Pliensbachense/Toarciense en el área de Peniche. VEIGA DE OLIVEIRA *et al.* (2007c) identificaron la sucesión de nanobiohorizontes en los materiales del tránsito Pliensbachense/Toarciense en la Cuenca Lusitánica. Recientemente, REGGIANI *et al.* (2010a) investigaron la distribución espacial de los nanofósiles calcáreos del Pliensbachense Superior, a través del estudio de dos secciones de Portugal.

Los materiales del Jurásico del **N de África**, concretamente de Argelia, fueron los seleccionados por NOËL (1957) para realizar un estudio exhaustivo sobre los nanofósiles calcáreos. Posteriormente, NOËL (1965a) publicó una monografía en la

que describió detalladamente la biología, morfología, bioestratigrafía y sistemática de los nanofósiles del Jurásico del N de África y Europa. Dos décadas más tarde, WIEGAND (1984a, 1984b) realizó dos estudios taxonómicos del grupo en materiales del intervalo Sinemuriense–Pliensbachiense Inferior de un sondeo del fondo marino situado en el margen NO de África, en los que identificó y describió dos nuevas especies. GARDIN (1991) hizo una revisión de los datos publicados por WIEGAND (1984a) y aportó nueva información sobre las asociaciones de nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior del O de Marruecos. DE KAENEL & BERGEN (1993) establecieron una sucesión de nanobiohorizontes y la calibraron respecto a la bioestratigrafía de ammonites establecida para el Jurásico Inferior del Alto Atlas de Marruecos, describiendo las especies reconocidas en el transcurso de su investigación.

**En Francia**, AMEZIEUX (1972) estableció la distribución estratigráfica de los nanofósiles calcáreos del Jurásico y propuso la primera zonación para el Jurásico de la Cuenca de París, calibrada respecto a las zonas de ammonites. AUBRY & DEPECHE (1974) aportaron nueva información sobre la ultraestructura, las modificaciones diagenéticas y las variaciones morfológicas en *Schizosphaerella* sp., en un estudio realizado sobre los materiales jurásicos de la sección de Villers-Sur-Mer. Posteriormente, GOY *et al.* (1979) y GOY (1981) estudiaron los materiales de la Cuenca de París, con el fin de analizar las condiciones de sedimentación de los esquistos, basándose en los datos proporcionados por los nanofósiles identificados, y los resultados obtenidos de las diagráfiyas. En la década de los 90, BERGEN (1993b) calibró los nanobiohorizontes identificados en los materiales del Jurásico Inferior del SE de Francia, respecto a la zonación de ammonites. GARDIN & MANIVIT (1994) realizaron un análisis semicuantitativo sobre los nanofósiles del Toarciense del SE de Francia, que les permitió identificar los nanobiohorizontes y compararlos con las zonaciones propuestas para otras cuencas del mundo. Dos años más tarde, FAUCONNIER *et al.* (1996) llevaron a cabo un análisis bioestratigráfico sobre los palinomorfos y nanofósiles del Triásico y Jurásico de la región de Ardèche, y calibraron sus resultados respecto a los datos estratigráficos, litológicos, estructurales y geoquímicos previamente publicados para la misma región. GARDIN (1997) calibró los nanobiohorizontes del Jurásico respecto a las zonas de ammonites, y estableció una nueva biozonación.

Durante las tres últimas décadas, las **cuencas italianas** han sido elegidas por numerosos especialistas para conocer las sucesiones de eventos de nanofósiles calcáreos, y establecer comparaciones y correlaciones bioestratigráficas con otras cuencas del mundo. NICOSIA & PALLINI (1977) correlacionaron la biozonación de ammonites y la sucesión de nanobiohorizontes de las facies toarcienses “Rosso Ammonítico”. Una década más tarde, YOUNG *et al.* (1986) realizaron una revisión de la estratigrafía del Grupo Longobucco (Calabria) basada en nuevos registros de

ammonites y nanofósiles que, a pesar de su mal estado de preservación, fueron de gran utilidad bioestratigráfica.

Es importante destacar que la mayor parte de los trabajos existentes sobre la bioestratigrafía y la taxonomía de los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior de Italia, se publicaron en la década de los 90. COBIANCHI (1990) llevó a cabo un análisis semicuantitativo sobre los nanofósiles del Pliensbachense–Toarciense de una sección del Valle Navezze (S de los Alpes Calcáreos, N de Italia), mediante el cual identificó la sucesión de nanobiohorizontes, y la calibró respecto a la biozonación de ammonites establecida para el N de Italia. COBIANCHI & ERBA (1990) estudiaron la bioestratigrafía de los nanofósiles calcáreos del Jurásico de Lombardía. Dos años más tarde, BALDANZA & MATTIOLI (1992a), analizaron las asociaciones de nanoplancton del Jurásico Inferior y Medio de numerosas secciones de Umbria-Marche, y también de cuatro secciones de Portugal, tres del NO de Grecia y cinco de Hungría, establecieron una sucesión de eventos en el intervalo Pliensbachense Inferior–Aalenense, para cada sección estudiada, y compararon los resultados obtenidos para cada cuenca. BALDANZA & MATTIOLI (1992b) revisaron y ampliaron los datos sobre la bioestratigrafía de nanofósiles del Jurásico Inferior y Medio del dominio del Tethys. COBIANCHI (1992) realizó un estudio exhaustivo del grupo en materiales del intervalo Sinemuriense–Bajociense Inferior de la región de Lombardía. COBIANCHI *et al.* (1992) investigaron las tendencias evolutivas de los géneros de cocolitos *Lotharingius* y *Watznaueria* durante el Jurásico Inferior y Medio, en nueve secciones de la Cuenca de Lombardía y cuatro secciones del área de Digne (Francia). LOZAR (1992, 1995) reconoció la sucesión de nanobiohorizontes del intervalo Hettangiense–Pliensbachense de algunas secciones de Cuenca Lombarda y del SE de Francia, y realizó una correlación entre los datos obtenidos en cada una de las cuencas. REALE *et al.* (1992) identificaron la sucesión de nanobiohorizontes en las secuencias de Jurásico Inferior y Medio de la Cuenca de Umbria-Marche, y la calibraron respecto a las zonas de ammonites.

Dos años más tarde, BUCEFALO PALLIANI & MATTIOLI (1994a) discutieron si el enriquecimiento en materia orgánica acaecido durante el Toarciense Inferior fue sincrónico en distintas secciones de la Cuenca de Umbria-Marche, basándose principalmente en la bioestratigrafía de nanofósiles. MATTIOLI (1994) estableció la sucesión de nanobiohorizontes calibrada respecto a la zonación de ammonites, para el límite Toarciense/Aalenense de la Fm Fiuminata (Apeninos Centrales). NOËL *et al.* (1994) publicaron una monografía acerca del nanoplancton calcáreo de la Fm Alternancias de margas y calizas del Jurásico Inferior en la región Umbria-Marche. STOICO & BALDANZA (1995) establecieron una biozonación de nanofósiles para el Jurásico Inferior y Medio del área de Monti Sabini (N de los Apeninos). MATTIOLI (1996) describió cuatro especies nuevas de nanofósiles en los materiales del Toarciense y Aalenense de distintas secciones tanto del Tethys como del dominio Boreal. BUCEFALO PALLIANI & MATTIOLI (1998) establecieron una microbioestratigrafía de alta resolución para los materiales del intervalo Pliensbachense Superior–Toarciense Inferior de la Cuenca de Umbria-Marche, mediante el estudio del

nanoplancton y los palinomorfos. MATTIOLI & ERBA (1999) publicaron una síntesis de los eventos de nanofósiles calcáreos reconocidos en diversas secciones del N y centro de Italia, de edad Jurásico Inferior y Medio, calibraron dichos eventos respecto a las zonas de ammonites establecidas para ambas regiones, y compararon sus resultados con las biozonaciones propuestas para Portugal, Marruecos, Suiza e Inglaterra.

En la década actual, MATTIOLI & PITTET (2004) estudiaron la distribución espacial y temporal de los nanofósiles a lo largo de un corte proximal-distal de los materiales del Jurásico Inferior, en diferentes secciones de la Cuenca de Umbria-Marche. Recientemente, PERILLI *et al.* (2008) dataron la edad del inicio de la sedimentación margosa y de las *black shales* del Toarciense Inferior de la zona toscana, a partir de los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos sobre los nanofósiles calcáreos de cinco secciones, mediante los cuales identificaron las zonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas de ammonites. PERILLI *et al.* (2009) documentaron la presencia de *black shales* en el Toarciense Inferior de las Margas de Posidonia (Toscana), e identificaron las zonas de nanofósiles así como los principales eventos registrados en cuatro secciones, calibrados respecto a las zonas de ammonites, y los compararon con las zonaciones propuestas para otras cuencas europeas.

Los trabajos publicados sobre los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior de las cuencas del **NO de Europa**, son relativamente abundantes. PRINS (1969) realizó el primer estudio exhaustivo sobre la evolución y la bioestratigrafía del grupo en diferentes secciones del Jurásico Inferior de Inglaterra, N de Francia y O de Alemania, en el que incluyó dibujos de todas las especies identificadas. Cinco años más tarde, BARNARD & HAY (1974), establecieron la biozonación de nanofósiles en numerosas secciones jurásicas del S de Inglaterra y del N de Francia, reconocieron veintidós zonas calibradas respecto a la zonación de ammonites existente, y discutieron la distribución estratigráfica de determinados taxones. MOSHKOVITZ (1979) publicó una monografía sobre la distribución estratigráfica de las especies *Schizosphaerella punctulata* y *Schizosphaerella astraea* identificadas en los materiales del Jurásico Inferior de la sección de Stowell Park Borehole (Gloucestershire, Inglaterra).

En la década de 1980, MEDD (1982) elaboró un estudio acerca de los cocolitofóridos del Jurásico de Inglaterra y Francia, en el que utilizó tanto microscopía óptica como electrónica, y comparó los resultados obtenidos con los datos estratigráficos proporcionados previamente por la macrofauna. DOCKERILL (1987) realizó una descripción del género *Triscutum*, y nombró una nueva combinación y una nueva especie en los materiales del Toarciense–Kimmeridgiense del NO de Europa. BOWN (1987a, 1987b) publicó dos trabajos en los que llevó a cabo un análisis morfológico-estructural detallado de los nanofósiles del intervalo Triásico Superior–Jurásico Inferior de distintas cuencas del NO de Europa, definió cuatro grupos morfológicos, propuso una clasificación sistemática, describió numerosas especies nuevas y estableció una biozonación para el intervalo temporal estudiado, calibrada

respecto a las zonas de ammonites existentes. BOWN & COOPER (1989b) describieron cuatro nuevas especies bioestratigráficamente significativas, y establecieron tres nuevas combinaciones de especies. Posteriormente, DE KAENEL *et al.* (1996) estudiaron las asociaciones de nanofósiles del Jurásico Inferior y Medio, establecieron una sucesión de eventos y una biozonación calibrada respecto a las zonas de ammonites, y analizaron la evolución del grupo durante los ciclos transgresivos-regresivos registrados en el intervalo temporal estudiado. En la década actual, WALSWORTH-BELL *et al.* (2000) investigaron la cicloestratigrafía de los nanofósiles de las margas con belemnites del Pliensbachense del E de Inglaterra.

Los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior fueron investigados también en diferentes cuencas de **Alemania**. GRÜN *et al.* (1974) realizaron un estudio sobre los cocolitofóridos del Jurásico Inferior de Holzmaden, en el que describieron e ilustraron diecinueve especies procedentes de las pizarras bituminosas del Toarciense de esta localidad. Una década más tarde, CRUX (1984) estudió cinco secciones del Jurásico Inferior del SO de Alemania, en las que estableció la distribución estratigráfica de veintiocho especies de nanofósiles, dos de ellas nuevas, y discutió seis eventos bioestratigráficos muy relevantes. Posteriormente, CRUX (1987a) publicó un trabajo sobre la morfología y estructura de varios taxones, y estableció la clasificación sistemática de algunos géneros y especies. CRUX (1987b) reconoció veinticuatro nanobiohorizontes en el intervalo Triásico Superior–Jurásico Inferior en una sección del SO de Alemania, y describió una especie nueva. Seis años más tarde, BOWN (1993) describió nuevos holococolitos del Toarciense–Aalenense del N de Alemania.

Los trabajos publicados hasta la fecha sobre los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior del **continente americano**, son todavía escasos. En Sudamérica, ANGELOZZI (1988) realizó un estudio sobre el nanoplancton del Toarciense de la Fm Los Molles del Perfil Picún-Leufú (Cuenca del Neuquén, Argentina). Una década más tarde, BOWN & ELLISON (1995) publicaron una síntesis sobre los cocolitofóridos del Jurásico–Cretácico Inferior de la misma cuenca.

En Norteamérica, BOWN (1992) caracterizó las asociaciones de nanofósiles del Triásico Superior–Jurásico Inferior de las Islas Queen Charlotte (Columbia). HALL *et al.* (2000) estudiaron las faunas de ammonites y cocolitos del Hettangiense de la Fm Fernie del O de Alberta (Canadá), con el fin de calibrar los datos obtenidos del análisis de ambos grupos. Tres años más tarde, ASGAR-DEEN *et al.* (2003) publicaron nuevos datos bioestratigráficos de ammonites y nanofósiles, revisando la correlación entre ambos grupos en materiales del intervalo Hettangiense–Toarciense de la Fm Fernie.

En **España** no se publicaron trabajos de detalle sobre la bioestratigrafía de los nanofósiles del Jurásico Inferior hasta el año 1999. La **Cuenca Vasco-Cantábrica** fue elegida como marco geográfico para la mayoría de estas investigaciones, por presentar secciones muy expandidas y por la predominancia de una sedimentación calizo-margosa. PERILLI (1999a) publicó el primer estudio sobre los eventos más

relevantes ocurridos en las asociaciones de nanofósiles durante el Toarciense, en las secciones de Camino y San Andrés, basándose en la bioestratigrafía de ammonites establecida para la Cuenca Vasco-Cantábrica. PERILLI & COMAS-RENGIFO (2000) investigaron de manera preliminar los nanobiohorizontes más relevantes identificados en los materiales del Pliensbachense de las secciones de Tudanca y Santotis. Dos años más tarde, PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) realizaron análisis semicuantitativos sobre los nanofósiles del Pliensbachense de las secciones de Camino y San Andrés, identificaron los eventos principales y las primeras apariciones de determinadas especies, calibrados respecto a las zonas de ammonites, y compararon sus datos, con los previamente publicados en otras cuencas del mundo. PERILLI *et al.* (2004) desarrollaron un nuevo estudio bioestratigráfico con el fin de precisar y calibrar la posición de los límites entre las zonas de nanofósiles identificadas en el intervalo Pliensbachense–Toarciense, en relación con las zonas de ammonites. Posteriormente, PERILLI *et al.* (2006) calibraron las zonas de nanofósiles identificadas en diferentes secciones del Pliensbachense de la Cuenca Vasco-Cantábrica y la Cuenca Lusitánica, respecto a las zonas de ammonites, y discutieron el potencial bioestratigráfico de los nanobiohorizontes. Un año más tarde, FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b) publicaron dos estudios de detalle sobre las asociaciones de nanofósiles calcáreos del Pliensbachense de la sección de Tudanca, en el que establecieron la clasificación taxonómica del grupo, identificaron la sucesión de eventos y las zonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas de ammonites, y las compararon con las zonaciones propuestas para otras cuencas europeas. Un año más tarde, FRAGUAS *et al.* (2008a) identificaron las zonas de nanofósiles y los eventos más relevantes ocurridos en sus asociaciones durante el Pliensbachense, en la sección de Santotis. Recientemente, FRAGUAS *et al.* (2008b) y PERILLI *et al.* (2010) publicaron trabajos de síntesis, incluyendo toda la información sobre la bioestratigrafía de nanofósiles del Pliensbachense de Tudanca, Santotis, Camino y San Andrés, en los que propusieron por primera vez una biozonación para toda la Cuenca Vasco-Cantábrica, calibrada respecto a las zonas y subzonas de ammonites, y la compararon con las propuestas para otras cuencas europeas.

Los trabajos publicados sobre los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior de la **Cordillera Ibérica**, son todavía escasos, y todos ellos fueron realizados en secciones de edad Toarciense–Aalenense. Algunos de estos estudios se llevaron a cabo en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, destacando especialmente las secciones de Almonacid de la Cuba (COMAS-RENGIFO *et al.*, 1999) y Fuentelsaz (PERILLI, 1999b). En menor número, se encuentran los estudios realizados en la Rama Castellana, entre los que cabe destacar la investigación desarrollada por PERILLI (2000) en las secciones de La Almunia de Doña Godina y Rambla del Salto.

Durante las dos últimas décadas el estudio de las variaciones en la abundancia, la diversidad y el tamaño de los nanofósiles ha servido como herramienta para investigar los cambios paleoambientales y paleoceanográficos ocurridos durante

el intervalo temporal Pliensbachense–Toarciense Inferior, haciendo especial hincapié en el evento anóxico oceánico (EAO) del Toarciense Inferior. Dentro de este segundo bloque, se han elegido los trabajos más significativos de las cuencas de Portugal, Francia, Italia, Inglaterra, O del Tethys y España.

En **Portugal**, SUAN *et al.* (2008a) realizaron análisis biométricos sobre el género *Schizosphaerella*, análisis cuantitativos sobre las asociaciones de nanofósiles y análisis geoquímicos de los isótopos del O y del C sobre conchas de braquiópodos bien preservadas, con el fin de determinar las perturbaciones paleoambientales ocurridas antes y durante el EAO del Toarciense Inferior en la sección de Peniche. REGGIANI *et al.* (2010b) utilizaron los resultados de los análisis cuantitativos realizados sobre las asociaciones de nanofósiles del Pliensbachense de la sección de Peniche, comparados con los datos geoquímicos y bioestratigráficos previamente publicados, para interpretar los cambios paleoambientales ocurridos durante dicho intervalo. SUCHÉRAS-MARX *et al.* (2010) llevaron a cabo análisis biométricos sobre una especie del género *Crepidolithus*, con el objetivo de determinar las relaciones entre las fluctuaciones de tamaño y los cambios en los parámetros paleoambientales, posiblemente sujetos a un control orbital, ocurridos durante el Pliensbachense Inferior en la sección de Peniche.

Respecto a las **cuencas francesas**, REGGIANI *et al.* (2006) relacionaron las variaciones en la abundancia y diversidad de los nanofósiles con los cambios paleoambientales y paleoceanográficos ocurridos durante el Pliensbachense Superior en Mont d'Or, y también en la sección de Peniche (Portugal). Un año más tarde, COURTINAT *et al.* (2007) estudiaron la paleoecología del microplancton marino y los nanofósiles calcáreos de la sección de Vrines (estratotipo del Toarciense, E de Francia), y relacionaron los cambios en su abundancia con la litología y las condiciones paleoambientales. Más recientemente, HERMOSO *et al.* (2009) seleccionaron los materiales jurásicos del S de Francia, para desarrollar una nueva técnica de microseparación e investigar las características isotópicas y mineralógicas de las diferentes fracciones separadas del carbonato, entre las que se encuentran los nanofósiles calcáreos del Toarciense Inferior. MAILLIOT *et al.* (2009) investigaron los cambios paleoambientales ocurridos durante el límite Pliensbachense/Toarciense en el centro de Francia, a partir de las variaciones en la abundancia absoluta y relativa de los nanofósiles.

En la década de los años 90 del pasado siglo, las **cuencas italianas** fueron las elegidas para llevar a cabo la mayor parte de los trabajos sobre las variaciones ocurridas en las asociaciones de nanofósiles calcáreos durante el Jurásico Inferior. BUCEFALO PALLIANI & MATTIOLI (1995) estudiaron la paleoecología del nanoplancton procedente de las facies bituminosas del Toarciense Inferior del centro de Italia. CLAPS *et al.* (1995) establecieron una comparación entre los ciclos de Milankovitch registrados en las *black shales* correspondientes al EAO del Toarciense Inferior, y los

cambios ocurridos en las asociaciones de nanofósiles del Surco de Belluno (S de los Alpes). BUCEFALO PALLIANI *et al.* (1998) analizaron la respuesta del fitoplancton a la subida del nivel del mar, acaecida durante el Toarciense en la Cuenca de Umbria-Marche. BUCEFALO PALLIANI & RIDING (1999) estudiaron las relaciones entre los cambios paleoambientales ocurridos durante el EAO del Toarciense Inferior y las variaciones en la abundancia observadas en el fitoplancton del centro de Italia. COBIANCHI & PICOTTI (2001) llevaron a cabo un estudio sobre los cambios en la abundancia y diversidad de los nanofósiles durante los cambios del nivel del mar y modificaciones paleoambientales acaecidas durante el Jurásico Inferior y Medio en la Cuenca Lombarda. Los cambios registrados en la talla de los especímenes pertenecientes a la familia Biscutaceae durante el límite Pliensbachense Superior/Toarciense Inferior, incluyendo el EAO del Toarciense Inferior, fueron investigados por MATTIOLI *et al.* (2004a), con el fin de determinar si dichas variaciones podrían estar relacionadas con los cambios paleoambientales ocurridos durante el intervalo temporal estudiado, o si podría tratarse de cambios evolutivos intra- e interespecíficos.

El N de **Inglatera** fue seleccionado por BUCEFALO PALLIANI *et al.* (2002), para investigar la respuesta del fitoplancton marino al EAO del Toarciense Inferior, realizando análisis cuantitativos sobre los nanofósiles y análisis geoquímicos sobre muestras de carbonato.

En los últimos seis años, las cuencas del **O del Tethys** han sido repetidamente elegidas para analizar las variaciones en la abundancia y la diversidad de los nanofósiles calcáreos durante el EAO del Toarciense Inferior. ERBA (2004) realizó un trabajo monográfico sobre los eventos anóxicos oceánicos ocurridos durante el Mesozoico, entre los cuales se encuentra el del Toarciense Inferior, utilizando los datos previamente publicados sobre dicho evento en diferentes cuencas del O del Tethys. MATTIOLI *et al.* (2004b) estudiaron la duración y las causas del evento anóxico del Toarciense, y analizaron los cambios en la abundancia absoluta registrados en los nanofósiles calcáreos durante dicha perturbación. Dos años más tarde, MAILLIOT *et al.* (2006b) investigaron la sincronía de este EAO en dieciocho secciones de Italia, Francia, Alemania e Inglaterra, a partir de la biocronología cuantitativa aplicada al nanoplancton. BOUR *et al.* (2007) llevaron a cabo un análisis de las nanofacies con el fin de reconstruir los cambios paleoambientales acaecidos durante el EAO en diferentes secciones de Francia, Inglaterra y Alemania. Recientemente, MATTIOLI *et al.* (2008) realizaron un análisis cuantitativo sobre los nanofósiles calcáreos del O del Tethys para determinar los cambios ocurridos en las asociaciones, y relacionarlos con las variaciones paleoambientales que tuvieron lugar durante el EAO del Toarciense Inferior. SUAN *et al.* (2008b) analizaron la duración de este evento en distintas secciones europeas del O del Tethys, a partir de los datos obtenidos del análisis espectral de los ciclos sedimentarios.



En **España**, los trabajos existentes sobre las variaciones registradas en la abundancia de los nanofósiles durante el EAO del Toarciense Inferior, son todavía escasos. TREMOLADA *et al.* (2005), analizaron las implicaciones de esta perturbación en los procesos de calcificación del nanoplancton y describieron la crisis de los Schizosphaerélidos en la sección de Castillo Pedroso (Cuenca Vasco-Cantábrica). Cuatro años más tarde, FRAGUAS & YOUNG (2009) y FRAGUAS & YOUNG (*in press*) estudiaron la evolución morfológica del género *Lotharingius* durante el intervalo Pliensbachense Superior–Toarciense Inferior en la sección de O Rodiles (Asturias), y analizaron la disminución observada en el tamaño y la abundancia durante la perturbación del Toarciense Inferior, a partir de los resultados obtenidos de los análisis biométricos realizados sobre especímenes pertenecientes a dicho género. Recientemente, FRAGUAS *et al.* (2010) y FRAGUAS *et al.* (*in litt.*) llevaron a cabo un análisis cuantitativo sobre los nanofósiles del Pliensbachense Superior–Toarciense Inferior en la sección de O Rodiles, con el fin de determinar los cambios ocurridos en las asociaciones, y relacionarlos con las variaciones paleoambientales acaecidas en el intervalo estudiado, y especialmente durante la perturbación del Toarciense Inferior. FRAGUAS & ERBA (*in litt.*), en un trabajo realizado recientemente, utilizaron los análisis biométricos como herramienta para la diferenciación de dos especies de cocolitos del género *Crepidolithus*, en los materiales del Pliensbachense de la sección de Santotis (Cuenca Vasco-Cantábrica), e infirieron las afinidades paleoecológicas de cada una de ellas, a partir de los datos obtenidos de dichos análisis.

Dentro del grupo de la paleoecología es importante destacar los trabajos sobre la productividad de los nanofósiles y su aporte a los depósitos de carbonato pelágico.

La mayoría de estas investigaciones han contando nuevamente con las **cuencas italianas** como marco geográfico. MATTIOLI (1993, 1995) realizó un análisis cuantitativo sobre los materiales del Pliensbachense–Toarciense de la sección de Pozzale (Montes Martani, Italia central), cuyos resultados le permitieron determinar si las variaciones observadas en la abundancia de determinadas especies, podrían estar o no relacionadas con la diagénesis o la productividad de los nanofósiles. BUCEFALO PALLIANI & MATTIOLI (1994b) sugirieron que los análisis cuantitativos y el estudio del estado de preservación de los nanofósiles, podrían revelar de qué manera afectaban las condiciones paleoceanográficas a su productividad primaria. MATTIOLI & CLAPS (1996) publicaron una nota sobre la relación existente entre la productividad del nanoplancton y los ciclos orbitales y climáticos registrados en las secuencias pelágicas del Jurásico Inferior de los Apeninos centrales. PICOTTI & COBIANCHI (1996) realizaron un estudio multidisciplinar en el que, mediante los análisis cuantitativos efectuados sobre el nanoplancton, determinaron las variaciones en la productividad de carbonatos ocurridas durante el Jurásico Inferior en la Cuenca Lombarda, y las relacionaron con los cambios del nivel del mar y los parámetros paleoambientales. Posteriormente, MATTIOLI (1997) publicó un trabajo sobre la productividad y la diagénesis del

nanoplancton del Toarciense–Aalenienso de la sección rítmica de Fiuminata (Cuenca de Umbria-Marche). Cinco años más tarde, MATTIOLI & PITTET (2002) elaboraron un estudio preliminar sobre la contribución de los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior a la sedimentación de carbonatos en la zona central de Italia. MORETTINI *et al.* (2002) establecieron la relación entre la curva del isótopo del C y la producción de carbonatos durante el Jurásico en la Cuenca de Umbria-Marche y en los Apeninos Centrales. Recientemente, MATTIOLI *et al.* (2009) calcularon los flujos de nanofósiles calcáreos durante el EAO en diferentes cuencas pertenecientes al O del Tethys, con el fin de comprobar si tuvo lugar una disminución drástica en la producción de carbonato pelágico durante dicho evento.

En **España**, AGUADO *et al.* (2008) realizaron la primera investigación sobre los cambios de fertilidad en las aguas superficiales, ocurridos durante el Aalenienso en las Cordilleras Béticas, a partir de los estudios cuantitativos llevados a cabo sobre los nanofósiles y de las perturbaciones observadas en el ciclo del C.



### 3.- METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE TRABAJO

#### 3.1.- TRABAJO DE GABINETE

Durante el desarrollo de esta investigación, fue imprescindible realizar una búsqueda bibliográfica exhaustiva y continuada de trabajos relacionados con el tema de estudio, teniendo en cuenta los siguientes criterios de inclusión: (i) Trabajos sobre los nanofósiles calcáreos o el nanoplancton actual; (ii) Estudios realizados sobre la geología de la Cuenca Vasco-Cantábrica y Asturias; (iii) Trabajos sobre el Jurásico Inferior.

Para ello, se revisó el material existente en las bibliotecas de distintas Facultades de Geología de Universidades españolas [Complutense de Madrid (UCM) y Salamanca] y de otros países de Europa (Londres, Lyon, Milán y Pisa), y se visitaron diferentes centros públicos de investigación de España [Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN), Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)] e Inglaterra (Museo de Historia Natural de Londres). Con el fin de conseguir ciertos documentos de interés, especialmente artículos publicados hace más de dos décadas en revistas internacionales poco conocidas, se recurrió al servicio de préstamo inter-bibliotecario, que la biblioteca de Ciencias Geológicas de la UCM ofrece a su personal.

Todos los documentos recopilados en el transcurso de esta investigación (libros, capítulos de libros, revistas, artículos, resúmenes de congresos, monografías,...) fueron introducidos ordenadamente en una base de datos PROCITE, y catalogados según el tipo de documento, el nombre del mismo, sus autores y las palabras clave. Además, para contar con una base de datos bibliográfica actualizada, se consultaron diversas páginas Web ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com), [www.ucm.es/BUCM](http://www.ucm.es/BUCM), [www.sociedadgeologica.es](http://www.sociedadgeologica.es), [www.scientificcommons.org](http://www.scientificcommons.org), [www.swetswise.com](http://www.swetswise.com), [www.revicien.net](http://www.revicien.net), [www.agu.org](http://www.agu.org), ...) y bases de datos (GEOREF, PAPI,...) en Internet, descargando los artículos más recientes, y otros documentos de interés. La búsqueda de publicaciones electrónicas se realizó introduciendo las siguientes palabras clave (*Keywords*): “nanofósiles calcáreos” (“*calcareous nannofossils*”); “nanoplancton” (“*nannoplankton*”); “Cordillera Cantábrica” (“*Cantabrian Range*”); Cuenca Vasco-Cantábrica (“*Basque-Cantabrian Basin*”); “Asturias” (“*Asturias Basin*”); “Jurásico Inferior” (“*Lower Jurassic*”); “Pliensbachense” (“*Pliensbachian*”); “Evento anóxico oceánico” (“*Oceanic Anoxic Event*”); “Análisis biométricos” (“*Biometric analyses*”), entre otras.

#### 3.2.- TRABAJO DE CAMPO

La recogida del material idóneo para el estudio de los nanofósiles calcáreos ha sido fundamental para el buen desarrollo de esta Tesis Doctoral. Las muestras analizadas fueron tomadas principalmente de niveles constituidos por margas y

margocalizas, que son materiales fácilmente disgregables y, por ello, los más favorables para la preparación de las muestras, especialmente de las *smear slides*, que han sido la principal herramienta de trabajo.

El muestreo se llevó a cabo en diferentes campañas de trabajo, en las que se visitaron las secciones estratigráficas estudiadas, junto con especialistas en ammonites, lo cual permitió conocer la edad de las muestras recogidas y calibrarlas respecto a las zonas y subzonas de ammonites. Las muestras fueron tomadas de base a techo de la sección, y cada una de ellas fue siglada utilizando una abreviatura de la sección seguida del número que ocupa el nivel muestreado dentro de la misma.

Los estudios sobre la bioestratigrafía y paleoecología de los nanofósiles calcáreos requieren la realización de un muestreo sistemático y continuo para la obtención de datos precisos. Por esta razón, y considerando la litología de los niveles, las secciones fueron muestreadas con el máximo detalle posible, es decir, dejando un corto espacio de separación entre los niveles seleccionados.

Durante la recogida del material, como es necesario en todos los muestreos paleontológicos, se puso especial cuidado en evitar la contaminación de las muestras por materiales externos (suelo, partículas en suspensión,...) o sedimentos procedentes de otros niveles. Para ello, se recogieron porciones de roca fresca alejada de las zonas expuestas, y se introdujeron rápidamente en bolsas pequeñas herméticamente cerradas, siguiendo las normas básicas de limpieza del instrumental utilizado (martillo, espátula,...) después de cada extracción. Teniendo en cuenta el diminuto tamaño de los nanofósiles calcáreos (3-12  $\mu\text{m}$ ), y que éstos suelen encontrarse en concentraciones del orden de millones por gramo, no fue necesario recoger grandes cantidades de muestra en los niveles seleccionados. 1 g de material es suficiente para preparar las muestras para el estudio de los nanofósiles.

### **3.3.- TRABAJO DE LABORATORIO**

A partir del material recogido durante el trabajo de campo, se prepararon las sucesivas muestras en el laboratorio.

En la literatura, se han descrito distintas técnicas de preparación para el estudio de los nanofósiles calcáreos: decantación, filtración, centrifugación, utilizadas especialmente para realizar análisis cuantitativos, y calcular sus abundancias absolutas (GARTNER, 1968; MOSHKOVITZ, 1974; MOSHKOVITZ & EHRLICH, 1976; TAYLOR & HAMILTON, 1982; BACKMAN & SHACKLETON, 1983; PERCH-NIELSEN, 1985; GIRGIS, 1986; BAUMANN *et al.*, 1988; WEI, 1988; BEAUFORT, 1991; OKADA, 1992; ANDRULEIT, 1996; FLORES & SIERRO, 1997; BOWN & YOUNG, 1998b; BOLLMANN *et al.*, 1999; GEISEN *et al.*, 1999; OKADA, 2000; BOLLMANN *et al.*, 2002; STOLL & ZIVERI, 2002; HERRLE & BOLLMANN, 2004; HENDERIKS & TÖRNER, 2006; MINOLETTI *et al.*, 2009).

A continuación, se describen las técnicas utilizadas en esta Tesis Doctoral para la preparación de las muestras, que posteriormente fueron analizadas tanto con microscopio óptico como con microscopio electrónico de barrido. La selección de estas

técnicas se realizó teniendo en cuenta la litología de los materiales recogidos y el tipo de análisis que se deseaba llevar a cabo a partir de dichas muestras.

### 3.3.1.- PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO CON MICROSCOPIA ÓPTICA

El microscopio óptico de luz polarizada (*Light Microscope* - LM) ha sido el principal instrumento utilizado para la observación de los nanofósiles calcáreos, y por ello, se prestó especial atención en buscar la técnica de preparación más adecuada para las muestras.

Dependiendo del análisis efectuado con el LM, se prepararon dos tipos de muestras diferentes: *smear slides* (frotis) y láminas ultrafinas. Es importante mencionar que el muestreo fue inicialmente realizado para la preparación de *smear slides*, y que las láminas ultrafinas se hicieron en una segunda fase de análisis, por lo que, probablemente el material recogido en el campo, no fue el más adecuado para este segundo tipo de preparaciones.

#### 3.3.1.1.- *Smear slides*

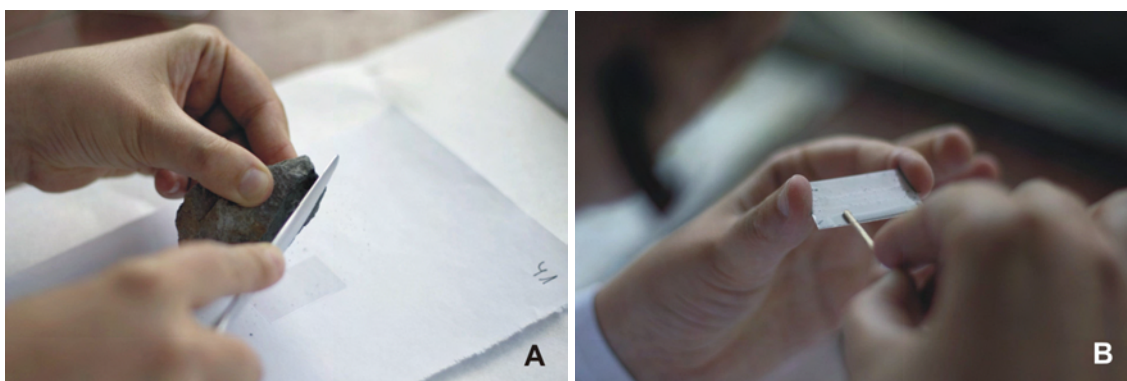
Esta técnica, también conocida como frotis, se aplica de la manera más rápida (15-20 min) y sencilla posible con el fin de evitar la modificación de las asociaciones originales de nanofósiles, y la alteración de la composición mineralógica de los sedimentos (pequeños fragmentos de nanofósiles inidentificables denominados *micarbs*, micas, cuarzos, feldespatos, fragmentos de calcita). Para obtener resultados comparables entre sí, todas las muestras fueron preparadas manteniendo constantes ciertas magnitudes, de manera que el método fuera reproducible. A partir de la observación de los frotis con el LM, se realizaron los análisis semicuantitativos, cuantitativos y biométricos.

La técnica de preparación de *smear slides* aplicada en este trabajo, fue descrita por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), y es una modificación de la técnica estándar propuesta por BOWN & YOUNG (1998b), que consiste en:

- separar una porción de material y raspar una pequeña cantidad de su superficie fresca con un cuchillo, sobre un cubreobjetos (Fig. 3.1A);
- añadir una pequeña dosis de agua destilada (una o dos gotas) para obtener una capa de sedimento en suspensión;
- con la ayuda de un palillo plano, extender esta capa sobre la superficie del cubreobjetos haciéndola más fina y homogénea (Fig. 3.1B);
- dejar secar el cubreobjetos en una placa eléctrica a unos 100° C de temperatura;
- escribir la sigla de la muestra correspondiente en un portaobjetos;

- pegar el cubreobjetos con el frotis en la cara inferior sobre el portaobjetos siglado, utilizando pegamento óptico Permout y una lámpara de luz ultravioleta.

Durante este proceso, se debe prestar especial atención a la adecuada distribución de los nanofósiles, ya que, en ocasiones, debido al movimiento circular del palillo, aparecen más concentrados en ciertas zonas, especialmente en los bordes. Además, el empleo del palillo puede provocar la rotura mecánica de los especímenes más grandes y menos resistentes. Para no modificar las asociaciones originales de nanofósiles, debe evitarse el empleo de las técnicas de centrifugación y ultrasonidos.



**Figura 3.1.-** A) Imagen tomada durante la fase de raspado del material sobre el cubreobjetos; B) Imagen tomada durante el untado de la capa de sedimento y agua destilada sobre el cubreobjetos con un palillo.

**Figure 3.1.-** A) Picture taken during the scraped of a small portion of sediment onto a glass cover-slip; B) Picture taken during the smeared of the suspension across the surface of the cover-slip with a toothpick.

Al igual que ocurre durante la recogida del material en las secciones, al preparar los frotis debe reducirse el riesgo de contaminación, evitando el polvo de roca en suspensión, y cuidando que todo el equipo, herramientas y manos estén perfectamente limpios durante todo el proceso.

### 3.3.1.2.- Láminas ultrafinas

Esta técnica requiere más tiempo (entre 4 y 6 h), y el empleo de un mayor número de instrumentos, que la técnica anterior. Al contrario de lo que ocurre con las *smear slides*, cuanto mayor es el contenido en margas en las muestras, más difícil es la preparación de las láminas ultrafinas. Por este motivo, se seleccionó un número muy reducido de muestras constituidas principalmente por margocalizas, y con una menor proporción de margas. A partir de las láminas ultrafinas preparadas, se llevaron a cabo únicamente análisis cuantitativos, cuyos resultados no fueron satisfactorios,

debido a la sobrestimación de las especies grandes, respecto a las de pequeño tamaño, que suelen estar cubiertas por las primeras.

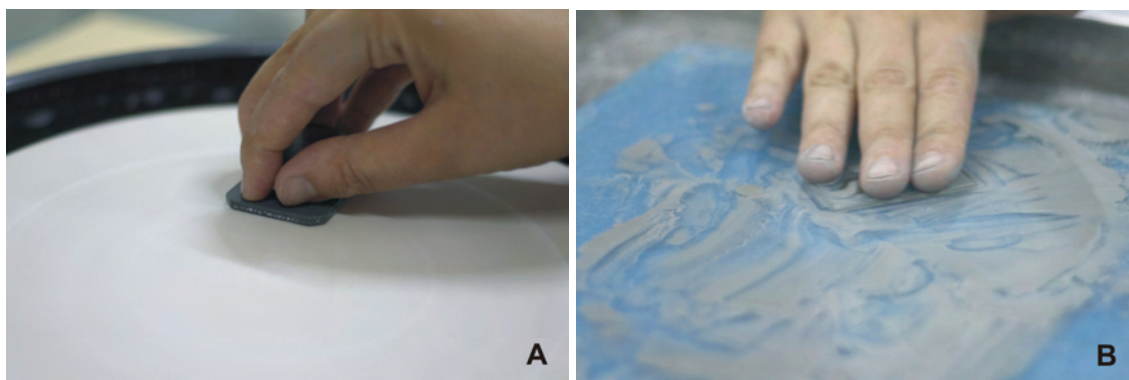
Esta técnica es una modificación de la descrita por ERBA & TREMOLADA (2004) y consiste en:

- siglar la muestra en un lugar claramente visible;
- cortar el material siglado con un disco de diamante dejando la sigla aún visible;
- impregnar la muestra en resina EPOXY-301 con el fin de eliminar la porosidad y las fracturas;
- rebajar la muestra manualmente algunos centímetros mediante el frotamiento de la misma con un cristal, sobre el que se ha colocado una mezcla de carborundo de silicio nº 800 (tamaño de grano = 12,2  $\mu\text{m}$ ) con agua. El bloque de roca queda plano y liso en la superficie frotada;
- escribir la sigla de la muestra en un portaobjetos;
- pegar la superficie pulida del bloque de roca al portaobjetos siglado utilizando el pegamento EPOXY MICROTEC, y dejar secar la preparación en una placa eléctrica a unos 100° C de temperatura;
- cortar el bloque de roca, esta vez usando una máquina cortadora automática, que consta de un brazo que regula la posición del disco de diamante, en la que va entrando agua para facilitar el cortado de la muestra. De esta manera, se reduce el bloque a dimensiones milimétricas;
- rebajar manualmente el bloque de roca cortado, en esta ocasión con la ayuda de una máquina pulidora, que consta de un cilindro metálico con un disco de grafito giratorio en su interior, al que se le añade carborundo y agua, que pulen la roca hasta aproximadamente las 30  $\mu\text{m}$  de espesor (Fig. 3.2A);
- pulir manualmente el bloque de roca con una mezcla de carborundo nº 1000 (tamaño de grano = 9,2  $\mu\text{m}$ ) y agua, hasta llegar a aproximadamente las 7  $\mu\text{m}$  de espesor final (Fig. 3.2B).

Durante la preparación de las láminas ultrafinas, los bloques de roca pueden sufrir agrietamientos y roturas. Para evitar este problema, las muestras se impregnaron con diferentes tipos de resinas y pegamentos, sin obtener resultados positivos. Por este motivo, una vez terminada la preparación del conjunto de muestras seleccionadas, se descartó la realización de un mayor número de láminas ultrafinas.

Al igual que ocurre con los frotis, cuando se hacen las láminas ultrafinas debe evitarse la contaminación, para lo cual es fundamental la limpieza de todos los instrumentos utilizados al terminar de preparar cada una de las muestras.





**Figura 3.2.-** A) Fotografía tomada durante la etapa de pulido de la muestra con una máquina pulidora; B) Fotografía tomada durante la fase en la que la muestra se rebaja manualmente con carborundo nº 1000 hasta llegar a las 7  $\mu\text{m}$  de espesor.

**Figure 3.2.-** A) Picture taken during the polished of the sample with a polisher machine; B) Picture taken when the sample is polished with aluminium n 1000 till reach a thickness of 7  $\mu\text{m}$ .

### 3.3.2.- PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO CON MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas previamente con el LM, las muestras con una mayor abundancia en nanofósiles calcáreos y un mejor estado de preservación, fueron seleccionadas para su estudio con el microscopio electrónico de barrido (*Scanning Electron Microscope* - SEM), con el fin de completar las descripciones taxonómicas, comprobar el grado de preservación de los nanofósiles y tomar fotografías de los taxones más representativos. Para ello, se utilizaron los SEM presentes en distintos centros de investigación: PHILLIPS XL-30 (Museo de Historia Natural de Londres), JEOL JSM-6400 (Centro de Microscopía electrónica “Luis Brú” de la UCM) y HITACHI H-3000 [Facultad de Físicas de la Universidad Nacional de Estudios a Distancia (UNED)].

Para la preparación de este tipo de muestras se aplicó, en primer lugar, la técnica de filtración descrita por OKADA (2000), que es relativamente rápida (entre 30 y 45 min) y consiste en:

- pesar una determinada cantidad de sedimento en una balanza de precisión;
- introducir el sedimento en un tubo de ensayo siglado, y rellenar con agua destilada tamponada hasta completar 10 ml;
- agitar la mezcla durante unos 10 sg para disgregar bien el sedimento;
- extraer una fracción de la disolución con una micro-pipeta inmediatamente después de la homogeneización;
- añadir el extracto a un vaso de precipitados que contenga 150-200 ml de agua destilada tamponada;
- mezclar esta segunda disolución y pasarla a través de un filtro blanco Millipore HA de 47 mm de diámetro y 0,45  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro;

- secar el filtro debidamente siglado en una estufa a baja temperatura;
- una vez que el filtro está seco, cortar un fragmento del mismo (1 cm<sup>2</sup>) y depositarlo sobre un porta;
- echar una gota de aceite de inmersión sobre el filtro para que se vuelva transparente;
- colocar un cubre sobre el filtro y fijarlo al porta con bálsamo de Canadá;
- esperar un tiempo para que la preparación esté pegada y seca.

Al observar estas preparaciones bajo el SEM, debido al alto contenido en arcillas de los materiales procesados, los nanofósiles calcáreos aparecían totalmente recubiertos o incluidos en ellas, lo cual fue determinante para descartar esta técnica de preparación.

A continuación se optó por aplicar la técnica más rápida (alrededor de 20 min) y sencilla posible, que es una variante simplificada de la técnica descrita por LEES *et al.* (2004) y consiste en:

- partir una pequeña porción de roca fresca y limpia, de morfología cuadrada y de tamaño inferior a 1 cm<sup>2</sup>;
- adherir una porción rectangular de cinta de carbono con pegamento sobre el soporte adecuado para introducir en el SEM, debidamente siglado;
- pegar la porción de roca fresca previamente partida sobre el soporte con la cinta de carbono;
- introducir la preparación en un horno a una temperatura de aproximadamente 100° C, para eliminar la humedad que pudiera contener en su interior;
- metalizar la muestra, debidamente seca, con una aleación de oro/paladio.

La principal desventaja de esta técnica es que, al observar directamente la roca fresca con el SEM, los nanofósiles que se encuentran en la superficie pueden estar fragmentados, y aparecen, en la mayoría de las ocasiones, parcialmente cubiertos por el material de la muestra, por lo que es muy difícil fotografiar un nanofósil completo. Además, debido a la baja abundancia de algunas de las especies descritas en este trabajo y a la selección de un número reducido de muestras para realizar este tipo de preparaciones, no ha sido posible identificar algunos de los taxones con el SEM.

Al igual que ocurre con las técnicas de preparación de muestras para la observación con LM (Fig. 3.3), durante el procesado de las muestras para SEM existe un riesgo muy elevado de contaminación, debido al polvo que queda en suspensión al partir las rocas. Por esa razón, se recomienda que el tiempo de exposición de estas muestras sea el mínimo, y sean introducidas lo antes posible en un recipiente hermético.

TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO CON LM				TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO CON SEM			
SMEAR SLIDES (FROTIS)		LÁMINAS ULTRAFINAS		FILTRACIÓN		ROCA FRESCA	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Necesita poca cantidad de muestra	Rotura mecánica de especies grandes y delicadas	No se produce rotura de las especies grandes	Necesita más cantidad de muestra	Necesita poca cantidad de muestra	Necesita el uso de muchos instrumentos	Necesita poca cantidad de muestra	Rotura mecánica de las especies de la superficie
Rápida preparación (15-20 min)			Preparación larga y costosa (4-6 h)	Rápida preparación (30-45 min)	Sólo muestras con bajo contenido en margas	Rápida preparación (20 min)	
Necesita poca instrumentación			Necesita el uso de muchos instrumentos			Necesita poca instrumentación	
			Sólo muestras con bajo contenido en margas				

**Figura 3.3.-** Cuadro en el que se exponen las ventajas y desventajas de las distintas técnicas de preparación de muestras aplicadas en este trabajo, para su estudio con LM y SEM.

**Figure 3.3.-** Scheme showing the advantages and disadvantages of the different preparation techniques applied to the samples, for their study with LM and SEM.

### 3.3.3.- PRESERVACIÓN

Los procesos diagenéticos que afectan a la preservación de los nanofósiles calcáreos son, principalmente, la disolución (*etching*) y el recrecimiento (*overgrowth*). Ambos procesos se observan con mayor detalle bajo el SEM, pudiendo reconocer cada uno de los cristales que forma el nanofósil.

Es importante tener en cuenta la relación existente entre la litología de la muestra y la preservación de los nanofósiles calcáreos, ya que, generalmente, los nanofósiles presentes en materiales ricos en carbonato muestran un mayor recrecimiento en sus elementos de calcita, que aquellos incluidos en sedimentos con un alto contenido en arcillas, como son las margas (CURTIS, 1980). Sin embargo, se han encontrado muestras con litologías similares y grados de preservación muy diferentes, en las que los procesos diagenéticos han actuado de distinta manera.

En el caso concreto del proceso de disolución, hay que tener en cuenta que la coexistencia en la misma muestra de taxones más resistentes y formas más fácilmente solubles indicaría una disolución escasa o nula. Por otro lado, la elevada concentración de pequeños fragmentos de nanofósiles inidentificables (*micarbs*) con signos de disolución, podría indicar que la diagénesis tuvo lugar durante la fase de enterramiento de los nanofósiles (ADELSECK *et al.*, 1973; MATTIOLI, 1995, 1997).

En esta Tesis Doctoral, se han realizado observaciones sobre la preservación de las asociaciones de nanofósiles simultáneamente a los análisis semicuantitativos y cuantitativos. El grado de preservación de los nanofósiles identificados en cada muestra analizada fue definido considerando los siguientes parámetros en el sentido PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002):

- G = bueno (la mayoría de los especímenes muestran sus características diagnósticas y sólo algunos de ellos están ligeramente disueltos y/o han sufrido sobrecrecimiento);
- M = moderado (la mayoría de los especímenes son reconocibles, aunque parte de ellos estén disueltos, sobrecrecidos o fragmentados);
- B = malo (la mayoría de los especímenes están fuertemente disueltos y/o sobrecrecidos y/o fragmentados y la identificación de las especies es en ocasiones complicada).
- VB = muy malo (sólo algunos especímenes son reconocibles).

### 3.3.4.- ANÁLISIS SEMICUANTITATIVOS

Los análisis semicuantitativos han sido la principal herramienta para conocer las variaciones de las asociaciones de nanofósiles calcáreos a lo largo del intervalo temporal estudiado, así como la distribución estratigráfica de los taxones identificados, y para situar los eventos principales y secundarios reconocidos en las secciones investigadas. En resumen, estos análisis han sido la base para la bioestratigrafía y para conocer los cambios ocurridos en los grupos morfológicos identificados.

Los análisis semicuantitativos se realizaron con un LM Leica DMLP (Fig. 3.4) provisto de un objetivo de inmersión de 1250x, que está ubicado en el Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM. De manera simultánea a estos análisis, se tomaron fotografías de los ejemplares más representativos de cada una de las especies identificadas, con una cámara digital Leica DC300 acoplada al microscopio y conectada a un ordenador con el programa informático Leica Application Suite (LAS).

Durante el desarrollo del análisis semicuantitativo, para poder identificar la presencia de especies poco abundantes, se analizaron 15 secciones longitudinales en cada *smear slide* seleccionadas al azar (1 sección longitudinal = 150 campos visuales), observándose más de 2.000 campos visuales en cada una de ellas. El tiempo de duración estimado para un análisis semicuantitativo es de 45 min, por cada *smear slide*.

A lo largo de este proceso se tomaron los siguientes datos sobre cada una de las muestras: abundancia de las asociaciones de nanofósiles calcáreos, abundancia relativa de cada una de las especies identificadas y estado de preservación (Subcapítulo 3.3.3).

Para la representación de la estimación de la abundancia de nanofósiles calcáreos en las asociaciones, en cada *smear slide* se utilizaron las siguientes siglas, en el sentido PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002):

- A = abundante (10-15 especímenes por campo de visión)
- C = común (1-10 especímenes por 1 campo de visión)
- F = frecuente (1 espécimen por 1-10 campos de visión)
- R = raro (1 espécimen por 11-100 campos de visión)

- VR = muy raro (1 espécimen por > 101 campos de visión)

Para la representación de la estimación de abundancias relativas de cada especie, en cada *smear slide* se utilizaron las siguientes siglas, también en el sentido PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002):

- A = abundante (1-5 especímenes por campo de visión)
- C = común (1 espécimen por 2-10 campos de visión)
- F = frecuente (1 espécimen por 11-30 campos de visión)
- R = raro (1 espécimen por 31-100 campos de visión)
- VR = muy raro (1 espécimen por > 101 campos de visión)



**Figura 3.4.-** Equipo de LM utilizado en el Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, para realizar los análisis sobre los nanofósiles calcáreos.

**Figure 3.4.-** LM equipment used in the Paleontology Department of the Geological Sciences Faculty of the UCM, for performing the analyses on calcareous nannofossils.

### 3.3.5.- ANÁLISIS CUANTITATIVOS

A partir de los análisis cuantitativos realizados sobre las *smear slides* se han obtenido las abundancias relativas de las especies identificadas, que han servido como base para hacer interpretaciones paleoecológicas, y en menor medida bioestratigráficas, sobre algunas de ellas. Considerando los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos, aquellas *smear slides* en las que la abundancia total de las asociaciones de nanofósiles fuera R o VR, fueron excluidas de estos análisis.

Para llevar a cabo los análisis cuantitativos y tomar las fotografías de los especímenes más representativos de cada especie, se utilizó el mismo equipo descrito en el apartado anterior, es decir, un LM Leica DMLP, con un objetivo de inmersión de

1250x, y una cámara Leica DC300 conectada a un ordenador que contiene el programa informático LAS.

En cada *smear slide* analizada se identificaron y contaron un total de 300 nanofósiles calcáreos (Anexo 3, Tablas 1,4,7,10,13,16). El número de campos visuales observados y el tiempo de duración de cada recuento, varían dependiendo de la abundancia total de las asociaciones de nanofósiles. La duración estimada de un análisis cuantitativo es de 45-90 min, por cada *smear slide*.

Mediante el empleo de los programas estadísticos Excell, SPSS y PAST, se calculó el porcentaje de cada una de las especies a partir de los 300 especímenes contados. El porcentaje de cada especie de cocolitos fue estimado con respecto al número total de cocolitos, y el porcentaje del nanolito *Schizosphaerella* fue calculado respecto al contenido total en nanofósiles (Anexo 3, Tablas 2,5,8,11,14,17).

Además, se calcularon otros parámetros interesantes para obtener información paleoecológica, como son la riqueza de especies (*species richness*) o número total de especies identificadas en cada *smear slide*, y el de diversidad de Shannon (H), que es el más completo y mide la probabilidad de separar todas las especies en la proporción con que realmente existen en la asociación de nanofósiles:

$$H = - \sum_{i=1}^k (p_i \cdot \ln p_i), \quad p_i = \frac{n_i}{N}$$

donde K es el número de especies,  $n_i$  es el número de individuos de cada especie y N es la suma total de individuos en cada muestra. El resultado es un número adimensional cuyo valor suele estar comprendido entre 1 y 3. Los valores más altos indican mayor diversidad.

Aquellas especies de cocolitos con una abundancia relativa > 5% fueron seleccionadas para llevar a cabo un análisis de componentes principales (*principal components analysis* - PCA) utilizando el programa estadístico PAST (Anexo 3, Tablas 3,6,9,12,15,18). Este tipo de análisis permite determinar los cambios ocurridos en una asociación de nanofósiles completa, en vez de conocer las variaciones en la abundancia relativa de cada especie que la constituye, separadamente (MATTIOLI *et al.*, 2008).

Un PCA es un tipo de análisis multivariante que transforma un número de variables relacionadas entre sí en un número más pequeño de variables que no estarían relacionadas, llamadas componentes principales (BEAUFORT & HEUSSNER, 2001). El primer componente principal o primer factor es el que más contribuye (%) a la varianza total de los datos. Matemáticamente, un PCA es considerado una transformación lineal ortogonal que transforma los datos en un sistema de coordenadas en el que aparecen representados los tres primeros componentes principales, donde el primer factor está situado en el eje de las X.

Debido a las posibles diferencias en las afinidades biológicas de los cocolitos extintos y del nanolito *Schizosphaerella*, solamente las abundancias relativas de los cocolitos fueron introducidas en el PCA. Aquellas especies con picos de abundancia en las mismas muestras fueron agrupadas, a fin de simplificar la información.

Por otro lado, a partir de los análisis cuantitativos llevados a cabo sobre las láminas ultrafinas, se han calculado las abundancias absolutas, número de nanofósiles que se pueden encontrar en 1mm<sup>2</sup>. Estos análisis cuantitativos sobre láminas ultrafinas se realizaron en la Universidad de Milán, con un LM Leitz Laborlux con un objetivo de inmersión 1250x.

En cada lámina ultrafina, se contaron y se clasificaron a nivel de especie todos los nanofósiles observados en los primeros 50 campos visuales, que equivalen aproximadamente a 1mm<sup>2</sup>. La duración aproximada de un análisis cuantitativo sobre una lámina ultrafina es de 100-150 min, dependiendo de la abundancia de las asociaciones de nanofósiles. A partir de los datos obtenidos, y con la ayuda del programa estadístico Excell, se calcularon los porcentajes de cada una de las especies reconocidas. El mayor inconveniente que presenta realizar análisis cuantitativos sobre láminas ultrafinas es la difícil identificación de algunas especies, sobre todo de las más pequeñas que, en ocasiones, se encuentran cubiertas por las más grandes, cuyas abundancias son sobrestimadas. Debido a este inconveniente los resultados obtenidos de estos análisis sobre láminas ultrafinas no han sido tenidos en cuenta en el capítulo 10.

### 3.3.6.- ANÁLISIS BIOMÉTRICOS

En el transcurso de esta Tesis Doctoral se han realizado análisis biométricos sobre todas las especies identificadas (Anexo 2). Los resultados obtenidos en estos análisis aportan información de índole taxonómica.

Con el fin de iniciar el aprendizaje sobre las técnicas biométricas aplicadas a los nanofósiles calcáreos, se realizó una visita al Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca, donde utilizando un LM Leica DMRXE con un objetivo de inmersión de 1.600x, y una cámara digital Leica DC 250 acoplada al microscopio y conectada a un ordenador, se realizaron los primeros análisis biométricos sobre nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Mediante el programa informático Leica Qwin Pro, se tomaron digitalmente imágenes de determinadas especies de cocolitos, en primer lugar, pertenecientes al intervalo Pleistoceno–Holoceno y, en segundo lugar, al Jurásico Inferior.

Teniendo en cuenta la elevada abundancia que presentan ciertas especies de cocolitos en los sedimentos del Pleistoceno–Holoceno, el Grupo de Micropaleontología Oceánica de la Universidad de Salamanca, desarrolló un programa informático mediante el cual se seleccionan los especímenes de una misma especie presentes en las imágenes capturadas, hasta llegar a 100 especímenes por muestra, y se miden la

longitud y la anchura de sus escudos distales. En este sistema, 1 pixel corresponde a 0,066  $\mu\text{m}$ .

Posteriormente, este programa se utilizó para tomar medidas sobre determinadas especies del Jurásico Inferior, pero los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, al no haberse hecho una selección adecuada de las muestras. Para realizar los análisis biométricos deben seleccionarse aquellas muestras en las que las especies que se desea analizar presenten una elevada abundancia, de lo contrario, en algunos casos, no es posible medir 100 especímenes de una misma especie por muestra.

Con este propósito, el Departamento de Paleontología de la UCM, adquirió un programa específico para fotografiar nanofósiles y realizar mediciones sobre los mismos, llamado LAS, con el cual se llevaron a cabo análisis biométricos sobre todas las especies de nanofósiles identificadas. Mediante este *software*, y utilizando la cámara Leica DC300 acoplada al microscopio, se fotografiaron los 50 primeros especímenes de cada especie, para lo cual fue necesaria la observación de más de una muestra, y se midieron, con la ayuda del ratón del ordenador, los siguientes parámetros: longitud (eje mayor) y anchura (eje menor) del nanofósil, altura del cocolito, longitud y diámetro de la espina, si estuviera presente, y longitud y anchura del área central, si la hubiera (Fig. 3.5). En aquellas especies con una abundancia relativa R o VR no fue posible medir más de 15-30 especímenes.

A partir de los datos obtenidos para cada una de las especies, utilizando el programa informático Excell, se calcularon los rangos de los distintos parámetros, indicando sus valores mínimo y máximo, así como la media de los mismos (Ver Anexo 2, Tablas 1-36). Los rangos y la media de los parámetros medidos para cada una de las especies, se mostrarán posteriormente, en el subcapítulo 6.2, como parte de la descripción taxonómica, y en el Anexo 2.

Además, con las mediciones realizadas sobre ciertas especies más abundantes, se crearon gráficos de frecuencia de los valores de sus longitudes y anchuras, y se estimaron los coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ), es decir, la correlación que existe entre ambos parámetros (Subcapítulo 8.3).

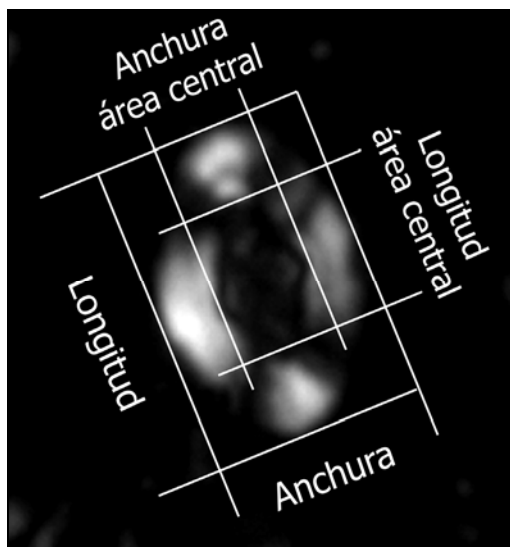
En la Universidad de Milán se efectuó un estudio biométrico con el fin de resolver un problema de diferenciación de dos especies y deducir sus afinidades paleoecológicas (FRAGUAS & ERBA, *in litt.*).

Por último, en el Museo de Historia Natural de Londres, se aplicaron los análisis biométricos para conocer la evolución morfológica de un género e intentar deducir las implicaciones del evento de extinción del Toarciense Inferior sobre el mismo (FRAGUAS & YOUNG, *in press*). Ambos casos se desarrollarán más exhaustivamente en el capítulo 8 de esta Memoria.

A los resultados obtenidos de estos dos últimos análisis biométricos detallados se aplicaron análisis de mezcla (*mixture analyses*) utilizando el programa estadístico PAST. Se trata de un método de "máxima verosimilitud" para estimar los parámetros descriptivos (valor medio, desviación estándar y proporción de la mezcla) de dos o



más distribuciones diferentes, obtenidas de una única muestra inicial (HAMMER & HARPER, 2006).



**Figura 3.5.-** Ejemplo de un *L. crucicentralis* (MEDD, 1971) GRÜN & ZWEILI, 1980 (WR.35. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum) (con un aumento de 4.000x) con las medidas correspondientes a la longitud y la anchura del nanofósil y de su área central.

**Figure 3.5.-** Example of a *L. crucicentralis* (MEDD, 1971) GRÜN & ZWEILI, 1980 (WR.35. Tenuicostatum Zone, Semicelatum Subzone) (x4000 magnification) with the measurements corresponding to coccolith and central area lengths and widths.

En resumen, la Fig. 3.6 muestra los diferentes tipos de análisis realizados sobre las *smear slides* y las láminas ultrafinas con el LM, así como los datos que se pueden obtener de cada uno de ellos y los estudios que se pueden llevar a cabo a partir de los mismos.

TIPO DE MUESTRA	ANÁLISIS	DATOS OBTENIDOS	ESTUDIOS REALIZADOS
<b>Smear slide</b> (Frotis)	Análisis semicuantitativos	Abundancias relativas	Bioestratigrafía (+)
	Análisis cuantitativos	Abundancias relativas (% de cada especie identificada)	Bioestratigrafía (-) Paleoecología
	Análisis biométricos	Longitud y anchura del cocolito y de su área central, si la hubiera	Taxonomía, Evolución Paleoecología
<b>Lámina ultrafina</b>	Análisis cuantitativos	Abundancias absolutas	Paleoecología

**Figura 3.6.-** Cuadro en el que se muestran los análisis realizados sobre las *smear slides* y las láminas ultrafinas, los datos obtenidos y los estudios realizados a partir de los mismos.

**Figure 3.6.-** Scheme showing the different types of analysis performed on smear slides and ultra-thin sections, the data obtained from each one and the studies realized from them.

## **4.- CONTEXTO GEOGRÁFICO Y MARCO GEOLÓGICO**

### **4.1.- INTRODUCCIÓN**

La zona de estudio está situada en la Cordillera Cantábrica, que discurre paralela a la costa Cantábrica desde el País Vasco hasta el Macizo Galaico-Leonés. Dentro de esta cordillera, se han investigado dos sectores geográficamente diferenciados. Por un lado, las zonas occidental y central de la Cuenca Vasco-Cantábrica, ubicadas al O de Santander, cerca de los Picos de Europa y, por otro lado, la zona oriental de Asturias, que incluye los afloramientos costeros cercanos a la localidad de Villaviciosa.

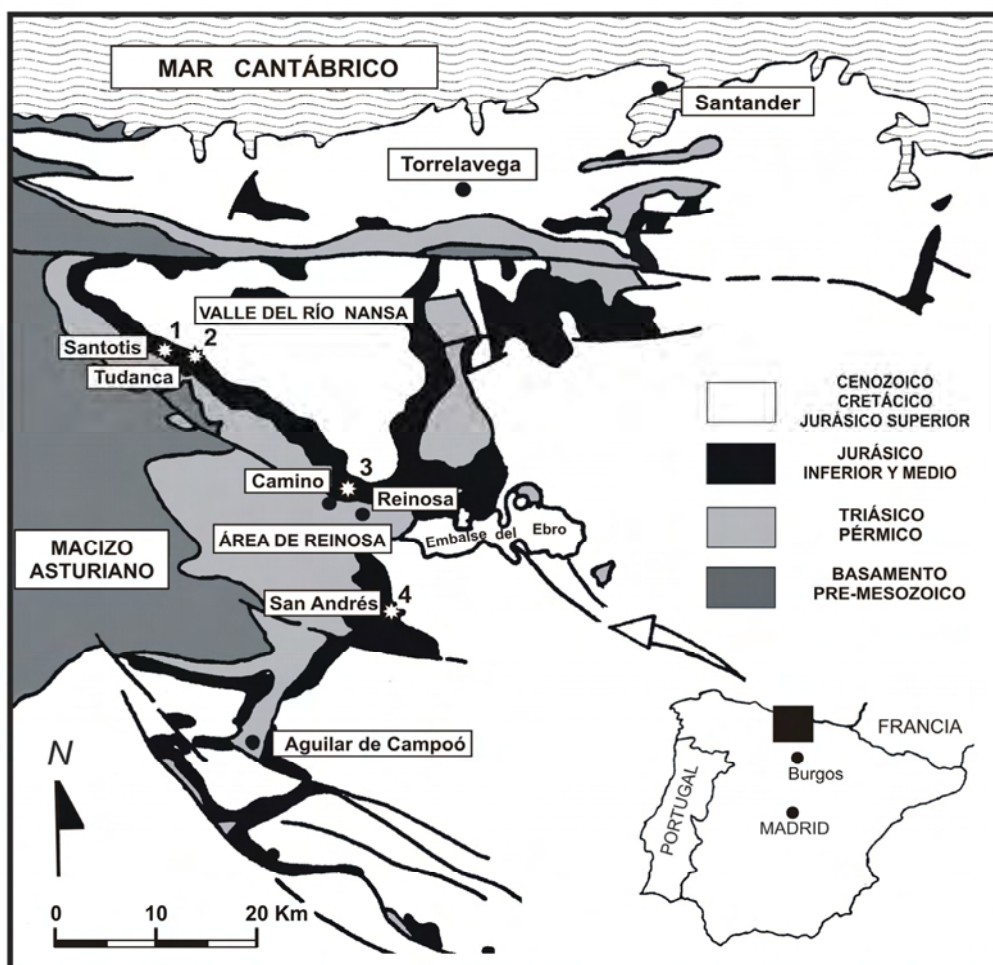
### **4.2.- CUENCA VASCO-CANTÁBRICA**

Las secciones de Tudanca y Santotis están situadas en la zona occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica, unos 80 Km al O de Santander, en la parte media del Valle de Nansa, donde el río se encaja en terrenos con pendiente abrupta y abundante vegetación. La distancia aproximada entre ellas es de 2 Km.

Las secciones compuestas de Camino y San Andrés se encuentran en la zona central de la Cuenca Vasco-Cantábrica, en el área de Reinosa, aproximadamente a 3,5 Km al NO y 10 Km al SE de esta localidad, respectivamente. La distancia entre ambas secciones es de unos 15 Km (Fig. 4.1).

Los primeros trabajos realizados sobre la geología del Jurásico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica, se remontan más de un siglo atrás. La Tesis Doctoral de LAZARRET (1896) fue el primer estudio de detalle sobre los materiales jurásicos de esta cuenca en el que se estableció una división de pisos, basada en los fósiles identificados. En la segunda década del siglo XX, GUTIÉRREZ (1918) analizó la sedimentología y la tectónica de los afloramientos jurásicos de la región de Caderechas (Burgos). Tres décadas más tarde, RÍOS (1949) investigó la geología de las provincias de Vizcaya y Santander, en la zona comprendida en los ríos Miera y Nervión, profundizando principalmente en aspectos estratigráficos y sedimentológicos. Posteriormente, DAHM (1966) desarrolló un estudio paleontológico en los materiales marinos jurásicos de distintas secciones de la Cuenca Vasco-Cantábrica y, caracterizó, por primera vez, la sucesión de zonas de ammonites. RAMÍREZ DEL POZO (1971) analizó de manera exhaustiva la estratigrafía y paleogeografía de los materiales jurásicos de siete secciones tipo, pertenecientes a diferentes áreas geográficas de la Cuenca Vasco-Cantábrica. MELÉNDEZ HEVIA (1976) estudió las posibilidades petrolíferas del Jurásico marino del área de Reinosa, realizó una descripción litológica exhaustiva del sector y correlacionó sus datos con los existentes sobre otras zonas de la misma cuenca. CARRERAS *et al.* (1978) cartografiaron y describieron la sucesión

sedimentaria del área de Reinosa, incluyendo los materiales marinos del Jurásico Inferior y su contenido en macrofósiles.



**Figura 4.1.-** Esquema geológico de la Cuenca Vasco-Cantábrica y localización de las secciones de Santotis (1) y Tudanca (2), en el Valle del río Nansa, y de Camino (3) y San Andrés (4), en el área de Reinosa (Modificada de PERILLI & COMAS-RENGIFO, 2002).

**Figure 4.1.-** Geological sketch of the Basque-Cantabrian Basin with the location of the Santotis (1) and Tudanca (2) sections, in the Río Nansa Valley, and the Camino (3) and San Andrés (4) sections, in the Reinosa area (Modified from PERILLI & COMAS-RENGIFO, 2002).

En la década de 1980, se publicaron la mayor parte de los trabajos sobre bioestratigrafía de ammonites del Jurásico de la Cuenca Vasco-Cantábrica, estableciéndose biozonaciones muy detalladas. BRAGA *et al.* (1985) estudiaron los materiales del Pliensbachiense de la Cordillera Cantábrica Oriental, entre Castillo Pedroso y Reinosa, caracterizaron las zonas y subzonas de ammonites reconocidas en el dominio sub-boreal, y correlacionaron sus datos con la bioestratigrafía de ammonites de la Cordillera Ibérica Noroccidental. SCHAAF (1986) describió desde un punto de vista sedimentológico, la génesis y la evolución de los depósitos marinos del Jurásico en diferentes áreas geográficas de la Cordillera Cantábrica. BRAGA *et al.*

(1988) establecieron por primera vez un conjunto de unidades tectosedimentarias separadas por discontinuidades, en los materiales del Lotharingiense–Toarciense de la sección de Camino, precisaron la sucesión de fósiles de ammonites para este intervalo, y caracterizaron las zonas estándar establecidas en el NO de Europa. COMAS-RENGIFO *et al.* (1988) analizaron el Toarciense en Castillo Pedroso, y reconocieron ochenta y siete asociaciones de ammonites, que permitieron realizar una biozonación detallada de la sucesión estudiada. FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.* (1988) reconocieron la totalidad de las zonas de ammonites correspondientes al Toarciense Superior, Aalenense y Bajociense en Camino, y obtuvieron conclusiones de índole estratigráfica, paleogeográfica y paleoecológica. PUJALTE *et al.* (1988) estudiaron los surcos y altos sedimentarios que se formaron por subsidencia durante la evolución de la Cuenca Vasco-Cantábrica, haciendo especial hincapié en las zonas de alto sedimentario relativo al borde SO de la cuenca (Rebolledo de la Torre, Palencia). ROBLES *et al.* (1988, 1989) analizaron de manera exhaustiva la evolución sedimentaria de los materiales jurásicos de Cantabria, N de Palencia y N de Burgos, e identificaron cuatro sistemas sedimentarios coincidentes con cuatro macrosecuencias deposicionales, de las cuales únicamente dos comprenden materiales del Jurásico Inferior.

En la década de los años 90, aumentó notablemente el número de publicaciones sobre sedimentología y geoquímica. QUESADA *et al.* (1991) establecieron una correlación secuencial y sedimentológica entre diferentes sondeos y afloramientos del Jurásico de Cantabria, Palencia y Burgos, y estudiaron la tectónica de la zona. QUESADA *et al.* (1993) analizaron la sedimentología del margen suroccidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica, y su relación con la explotación de hidrocarburos. Un año más tarde, GOY *et al.* (1994) caracterizaron la biozonación de ammonites, a partir de la sucesión bioestratigráfica obtenida de los materiales del Toarciense en el área comprendida entre el Puerto de Pozazal y Reinosa, con excepción de la Zona Thouarsense, que parece faltar en dicho sector. QUESADA *et al.* (1995, 1997) investigaron las facies ricas en materia orgánica del intervalo Pliensbachense–Toarciense Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica, realizando distintos análisis geoquímicos, y estableciendo una relación genética entre estas *black shales* y el petróleo de Ayoluengo. QUESADA & ROBLES (1995) publicaron una síntesis sobre la geoquímica, distribución y dinámica deposicional de las *black shales* del Pliensbachense–Toarciense en el área de Reinosa. HERRERO (1998) estudió las asociaciones de foraminíferos de los materiales del intervalo Pliensbachense–Toarciense Inferior de la sección de Camino, e identificó 56 taxones pertenecientes a siete órdenes diferentes. PERILLI (1999a) calibró los eventos de nanofósiles respecto a las zonas de ammonites en dos secciones de edad Toarciense Inferior–Medio del área de Reinosa.

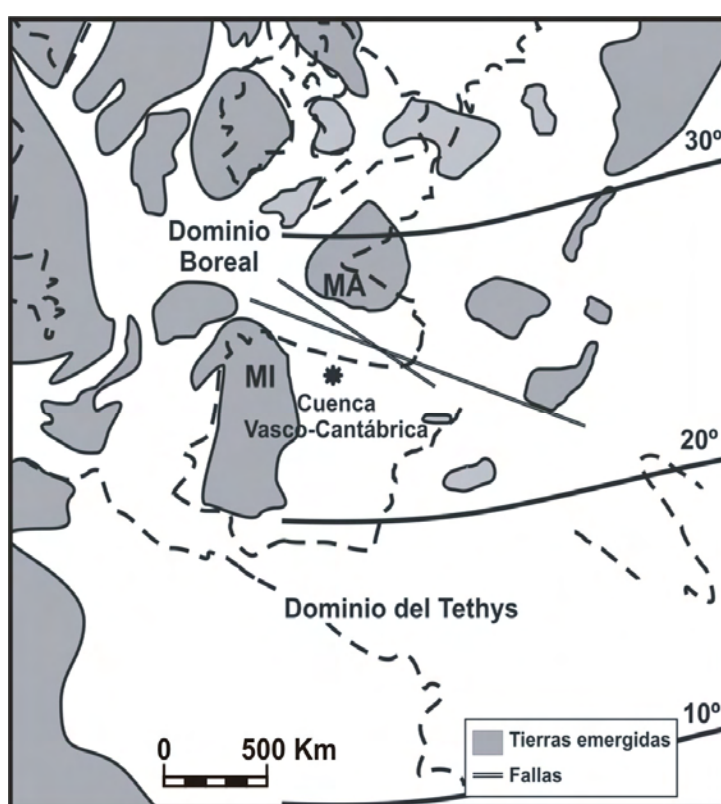
En la década actual, GÓMEZ & GOY (2000) estudiaron diferentes áreas geográficas, entre ellas la Cuenca Vasco-Cantábrica, para analizar la organización de los ciclos caliza-marga en los sedimentos del Toarciense del Macizo Ibérico (MI). Posteriormente, ROSALES *et al.* (2001) analizaron los isótopos estables y los elementos

traza en varias muestras recogidas en distintas secciones de edad Pliensbachense–Toarciense del área de Reinosa, comprobando así la utilidad de las variaciones geoquímicas, obtenidas del análisis de belemnites y braquiópodos, como indicadores paleoceanográficos. BERRETEAGA *et al.* (2002) identificaron los ciclos de Milankovitch en la sucesión hemipelágica carbonatada del intervalo Sinemuriense Superior–Toarciense en diferentes afloramientos de la Cuenca Vasco-Cantábrica. PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y PERILLI *et al.* (2004) calibraron los eventos de nanofósiles respecto a las zonas y subzonas de ammonites en los materiales del Pliensbachense de dos secciones expandidas del área de Reinosa. A partir del análisis de materiales del mismo área, ROSALES *et al.* (2003, 2004a) representaron una curva de variación de temperaturas del agua marina durante el intervalo Pliensbachense–Toarciense Inferior, mediante el análisis de rostros de belemnites bien preservados y calibrados respecto a la biozonación de ammonites propuesta por BRAGA *et al.* (1988). ROSALES *et al.* (2004b) a partir de distintos análisis geoquímicos realizados sobre rostros de belemnites, estudiaron las variaciones de temperatura y salinidad acaecidas durante el Jurásico Inferior, y en especial durante el EAO del Toarciense Inferior. AURELL *et al.* (2003) y ROSALES *et al.* (2006) analizaron, desde distintos puntos de vista, las variaciones del nivel del mar en las rampas carbonatadas del Jurásico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica. QUESADA *et al.* (2005) llevaron a cabo un estudio multidisciplinar sobre la estratigrafía, sedimentología y geoquímica de los materiales del Jurásico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica, e identificaron dos sistemas deposicionales principales.

Es importante destacar que la mayoría de los trabajos publicados en los últimos cinco años sobre el Jurásico Inferior de esta cuenca, han sido de índole micropaleontológica. GRÄFE (2005) investigó los foraminíferos bentónicos del Jurásico Inferior y Medio de las secciones de Tudanca, Aguilar de Campoó y Barrios de Villadiegos, y reconoció cinco asociaciones de foraminíferos, cada una de ellas relacionada con un paleoambiente diferente. TREMOLADA *et al.* (2005) estudiaron las implicaciones del EAO del Toarciense Inferior sobre las asociaciones de nanofósiles calcáreos en la sección de Castillo Pedroso, y describieron la crisis de Schizosphaerélidos acaecida durante dicho evento. VAN DE SCHOOTBRUGGE *et al.* (2005a) investigaron el cambio climático del Jurásico Inferior y su relación con la radiación del fitoplancton, a partir de análisis geoquímicos y cuantitativos sobre las asociaciones palinológicas de las secciones de Camino y Castillo Pedroso, entre otras. Recientemente, GOY & MARTÍNEZ (2009) revisaron la distribución bioestratigráfica y la posición cronoestratigráfica de las especies de Paroniceratinae (Ammonoidea, Hildoceratidae) identificadas en las secciones más representativas del Toarciense de las Cordilleras Cantábrica e Ibérica, y las compararon con las reconocidas en el NO de Europa y el Tethys. Durante los últimos tres años (FRAGUAS *et al.*, 2007a, 2007b, 2008a, 2008b; PERILLI *et al.*, 2010; FRAGUAS & ERBA, *in litt.*), se han realizado investigaciones sobre la taxonomía y la bioestratigrafía de los nanofósiles calcáreos del Pliensbachense de diferentes secciones de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

Paleogeográficamente, durante el intervalo temporal estudiado, la Cuenca Vasco-Cantábrica se encontraba al E del dominio Boreal (RAMÍREZ DEL POZO, 1971), en el corredor epicontinental que conectaba los océanos Boreal y Tethys (ROSALES *et al.*, 2004a, 2006), a menos de 160-200 m de profundidad (BJERRUM *et al.*, 2001), en paleolatitudes subtropicales de entre 20 y 30° N (BAUDIN *et al.*, 1990). Esta zona limitaba al N con el Macizo Armoricano (MA) y el S con el MI (Fig. 4.2).

Los datos paleontológicos, especialmente los ammonites identificados, confirman que durante el Jurásico Inferior, la Cuenca Vasco-Cantábrica estaba intermitentemente, y en algunos períodos permanentemente, conectada con el dominio del Tethys (BRAGA *et al.*, 1988; COMAS-RENGIFO *et al.*, 1988; FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 1988; GOY *et al.*, 1994; GOY & MARTÍNEZ, 2009).



**Figura 4.2.-** Mapa paleogeográfico con la localización de la Cuenca Vasco-Cantábrica (asterisco negro) durante el Jurásico Inferior (Modificada de BAUDIN *et al.*, 1990).

**Figure 4.2.-** Paleogeographical map with the location of the Basque-Cantabrian Basin (black asterisk) during the Lower Jurassic (Modified from BAUDIN *et al.*, 1990).

El contenido en macrofauna de los materiales estudiados en esta Tesis Doctoral es relativamente elevado y está representado por ammonites, belemnites, crinoides, braquiópodos y bivalvos (especialmente inocerámidos y pectínidos) (BRAGA *et al.*, 1988; COMAS-RENGIFO *et al.*, 1988; QUESADA & ROBLES, 1995). Los microfósiles identificados en estos materiales son fundamentalmente foraminíferos y nanofósiles calcáreos (HERRERO, 1998; PERILLI, 1999a; PERILLI & COMAS-RENGIFO, 2002; PERILLI *et*

*al.*, 2004; GRÄFE, 2005; TREMOLADA *et al.*, 2005; FRAGUAS *et al.*, 2007a, 2007b, 2008a, 2008b; PERILLI *et al.*, 2010). Las trazas fósiles también son comunes y se han identificado los géneros *Chondrites* y *Planolites* (ROSALES *et al.*, 2006).

En las secuencias sedimentarias del Jurásico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica se observan una serie de discontinuidades, que permiten diferenciar varias unidades tectosedimentarias agrupadas en dos sistemas deposicionales principales, separados por una discordancia angular y erosiva regional (QUESADA *et al.*, 2005). El primero comprende los sedimentos carbonáticos de una rampa marina somera pertenecientes al intervalo temporal Retiense–Sinemuriense Inferior. El segundo de ellos, incluye los depósitos hemipelágicos de una rampa marina profunda del Sinemuriense Superior–Toarciense, constituidos por una alternancia de margas, calizas margosas y calizas con intercalaciones de *black shales* y margas ricas en materia orgánica. Se han descrito cuatro intervalos de *black shales* en el Jurásico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica, dentro de las zonas Jamesoni, Ibex, en los niveles inferiores de la Zona Margaritatus y ligeramente por encima del límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum (COMAS-RENGIFO *et al.*, 1988; GOY *et al.*, 1994; QUESADA & ROBLES, 1995; GÓMEZ & GOY, 2000; ROSALES *et al.*, 2004a; QUESADA *et al.*, 2005). Según varios autores (BRAGA *et al.*, 1988; COMAS-RENGIFO *et al.*, 1988; QUESADA *et al.*, 1997; PERILLI & COMAS-RENGIFO, 2002), este segundo sistema deposicional, que incluye el intervalo temporal estudiado, puede ser subdividido en tres unidades, que corresponden a las formaciones Puerto de Pozazal, Camino y Castillo Pedroso, descritas por QUESADA *et al.* (2005). La unidad carbonatada del Sinemuriense Superior (Fm Puerto de Pozazal), acumulada durante la fase inicial de inundación de la plataforma, está constituida por calizas con intercalaciones de margas, calizas margosas y materiales siliciclásticos en su parte inferior. Debido al aumento de la subsidencia, esta sucesión carbonatada da paso a los depósitos hemipelágicos del Pliensbachense (Mb margoso de la Fm Camino), que son característicos de aguas más profundas y consisten en una alternancia de margas, calizas margosas y calizas con intercalaciones de *black shales*. En el Pliensbachense Superior estas facies son reemplazadas por calizas bioclásticas (Mb calizo de la Fm Camino). La unidad toarciense (Fm Castillo Pedroso) está compuesta por una alternancia regular de margas y calizas con intercalaciones finas de *black shales* en su parte inferior.

Aunque las sucesiones del Jurásico Inferior muestran un patrón estratigráfico relativamente homogéneo, las importantes variaciones de espesor de los sedimentos (225-660 m) y la transición litológica desde sedimentos carbonáticos someros a depósitos hemipelágicos profundos, reflejan una subsidencia diferencial en la cuenca, que se puede atribuir a la extensión de fallas del basamento (QUESADA *et al.*, 2005), en un contexto global de subsidencia termal que tuvo lugar durante la fase de *rifting* del Triásico (RAT, 1988; ROBLES *et al.*, 1989; AURELL *et al.*, 2002). La sucesión de materiales del Jurásico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica muestra una evolución hacia la profundización desde una rampa somera a una rampa hemipelágica,

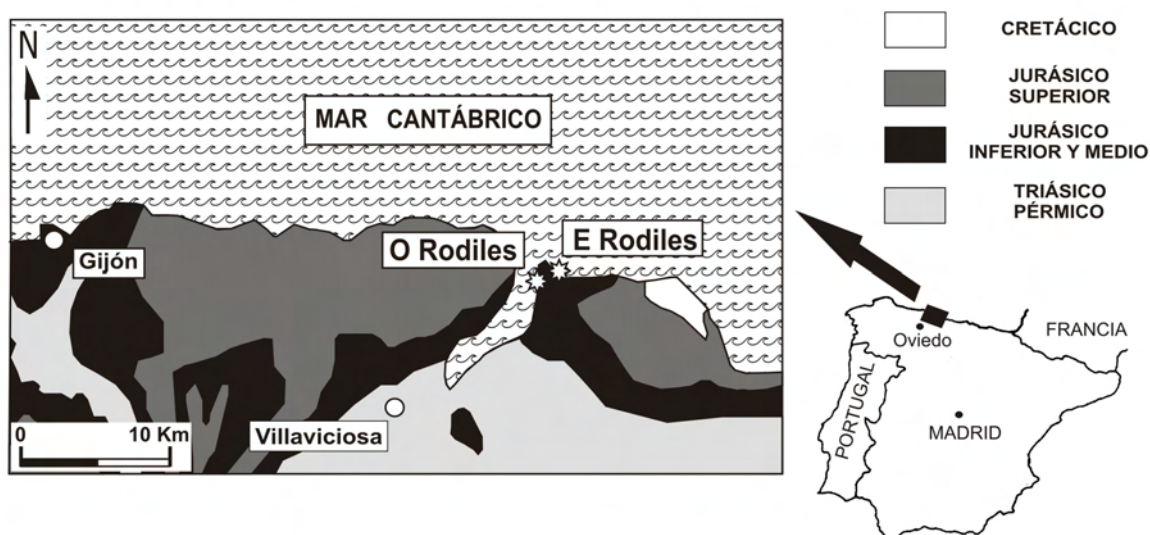


coincidiendo con una fase transgresiva global (HALLAM, 2001). Según la literatura, en las facies del Jurásico existe un ciclo mayor Transgresivo-Regresivo (T-R), de aproximadamente 30 millones de años de duración, con el pico transgresivo situado en la Zona Serpentinum (Toarciense Inferior). Este ciclo mayor está subdividido en seis ciclos de segundo orden T-R que se desarrollan durante el Retiense–Sinemuriense Inferior, Sinemuriense Superior, Pliensbachiense Inferior, Pliensbachiense Superior, Toarciense y Aalenienense, respectivamente (AURELL *et al.*, 2003; ROBLES *et al.*, 2004; QUESADA *et al.*, 2005; ROSALES *et al.*, 2006), afectando por lo tanto a los materiales estudiados.

Según ROSALES *et al.* (2003, 2004a, 2004b), el Pliensbachiense Inferior fue un periodo con temperaturas uniformes y relativamente templadas en las aguas marinas, con un valor medio de 17,8°C, y un pico cálido registrado en la Subzona Maculatum de la Zona Davoei (23°C). Sin embargo, durante el Pliensbachiense Superior tuvo lugar una disminución drástica de las temperaturas, que comenzó en la Subzona Celebratum de la Zona Stokesi con temperaturas en torno a los 15°C. Una de las temperaturas más frías registradas durante el Pliensbachiense se alcanzó en la Zona Spinatum, con valores inferiores a los 14°C.

#### 4.3.- ASTURIAS

Desde el punto de vista geográfico, las secciones de E y O Rodiles forman parte de los abruptos acantilados situados a ambos lados de la Punta de Rodiles, localizada en la zona oriental de Asturias, aproximadamente a 15 Km al NE de Villaviciosa y 35 Km al E de Gijón. La distancia entre ambas secciones no supera 1 Km (Fig. 4.3).



**Figura 4.3.-** Esquema geológico de la zona oriental de Asturias con la localización de las secciones de E y O Rodiles (asteriscos blancos) (Modificada de GÓMEZ *et al.*, 2008).

**Figure 4.3.-** Geological sketch of the eastern part of Asturias with the location of the E and W Rodiles sections (white asterisks) (Modified from GÓMEZ *et al.*, 2008).



El primer trabajo publicado sobre los materiales del Jurásico Inferior de Asturias data de mediados del siglo XIX. Fue SCHULZ (1858) quien realizó la primera descripción geológica de Asturias, incluyendo los sedimentos jurásicos, y caracterizó su contenido fósil. A comienzos del siglo XX, JIMÉNEZ DE CISNEROS (1904) describió la litología de los materiales del Jurásico Inferior del área comprendida entre Gijón y Villaviciosa y, teniendo en cuenta el trabajo de SCHULZ (1858), situó biocronoestratigráficamente los restos fósiles que fue encontrando en dichos materiales, principalmente bivalvos, braquiópodos y “gusanos”. Dos décadas más tarde, DUBAR (1925) elaboró un trabajo sobre las formaciones asturianas en el que, por primera vez, diferenció los materiales del Jurásico Inferior y Superior, desde un punto de vista sedimentológico. A mediados del siglo XX, BATALLER (1954) enumeró las especies nuevas que fue encontrando en los materiales triásicos y jurásicos del N de España, e incluyó la sección de Ribadesella y su fauna del Jurásico Inferior. Posteriormente, DUBAR & MOUTERDE (1958) realizaron un estudio exhaustivo sobre la sedimentología y bioestratigrafía de los materiales del Jurásico Inferior de Asturias. En la década de los 60, LLOPIS (1961) publicó las primeras columnas estratigráficas, cortes y mapas geológicos de detalle del área de Cabo de Peñas, e incluyó una descripción exhaustiva y una cartografía del nivel fosilífero del Hettangiense. DUBAR *et al.* (1963) investigaron el primer ammonite identificado en las calizas dolomíticas del Hettangiense Inferior de Avilés. Posteriormente, RAMÍREZ DEL POZO (1969) analizó la bioestratigrafía y la paleogeografía de los materiales jurásicos de la costa asturiana comprendida entre Gijón y Villaviciosa, a partir del estudio de los foraminíferos, ostrácodos y microfácies, precisando la edad de las distintas unidades sedimentarias identificadas, y caracterizó sus principales cambios de facies. A principios de los 70, MOUTERDE & SUÁREZ-VEGA (1971), basándose principalmente en las biozonaciones de ammonites establecidas en Asturias y las Cordilleras Béticas, propusieron una escala bioestratigráfica única para España y la compararon con la escala estándar del NO de Europa. SUÁREZ-VEGA (1971) publicó una síntesis de la bibliografía existente sobre el Jurásico de Asturias, comentando brevemente los aspectos principales de cada una de las obras citadas. Tres años más tarde, SUÁREZ-VEGA (1974) realizó un estudio muy detallado sobre la bioestratigrafía, cronoestratigrafía y sedimentología de veinticinco secciones estratigráficas del Jurásico de la costa asturiana, y comparó sus resultados con los de otros dominios paleogeográficos del Jurásico europeo. VALENZUELA *et al.* (1985) identificaron dos tipos de ciclos de ralentización de primer orden en los materiales del Sinemuriense Superior de la zona oriental de Asturias, unos ligados a bordes de cuenca, como la sección de la Playa de Vega, y otros relacionados con depresiones locales, que es el caso de la sección de El Puntal. VALENZUELA *et al.* (1986, 1989) analizaron la sedimentología y los ciclos sedimentarios de los materiales del Jurásico Inferior de Asturias, y caracterizaron dos tipos de secuencias sedimentarias superpuestas, separadas por una importante discontinuidad.

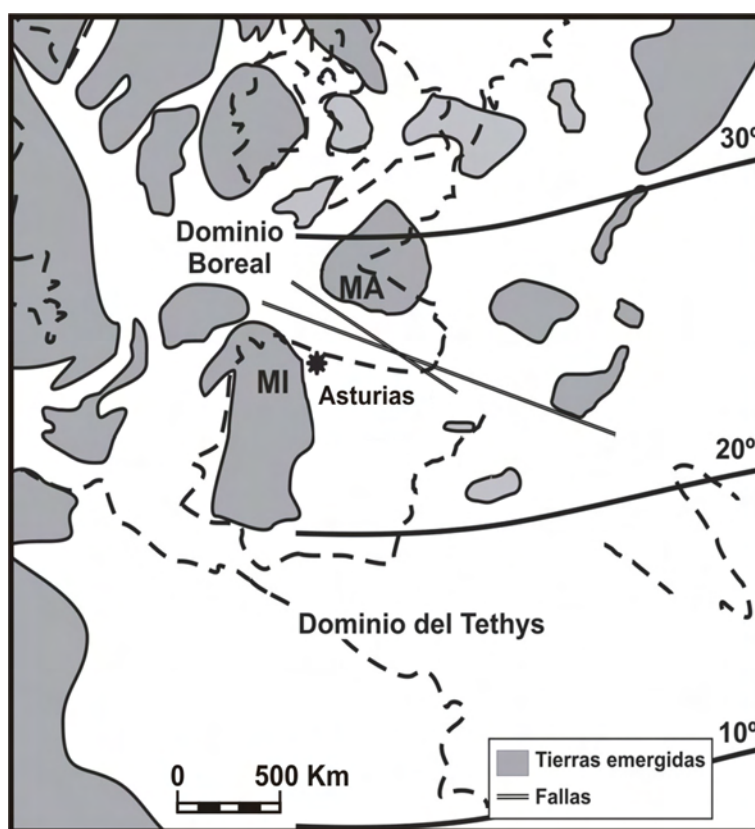
La mayor parte de los trabajos publicados durante la década de los 90, profundizan en aspectos fundamentalmente litológicos y geoquímicos. SUÁREZ-RUIZ &

PRADO (1990) investigaron mediante técnicas petrográficas y ensayos de pirólisis, la serie jurásica marina de la Playa de Peñarrubia, con el fin de conocer la naturaleza de su parte orgánica y establecer la clasificación, distribución y concentración de la materia orgánica dispersa dentro de la sucesión, según las distintas litologías. GARCÍA-RAMOS *et al.* (1992) estudiaron la rampa carbonatada del Jurásico de Asturias, incidiendo en aspectos litológicos, sedimentológicos y paleontológicos, realizaron un análisis de estratigrafía secuencial e investigaron las trazas fósiles halladas en los materiales estudiados. Tres años más tarde, SUÁREZ-RUIZ & PRADO (1995) caracterizaron las facies orgánicas del Jurásico de Asturias, y estudiaron su evolución mediante distintos análisis geoquímicos, estableciendo una posible relación entre las *black shales* y el petróleo. BORREGO *et al.* (1996) investigaron el EAO registrado en los materiales del Pliensbachense del Mb Santa Mera de la Fm Rodiles, en tres secciones de la zona oriental asturiana, e identificaron tres intervalos principales de *black shales*, en la Zona Jamesoni, en el límite entre las zonas Ibex/Davoei y en los niveles inferiores de la Zona Margaritatus. Un año más tarde, GOY *et al.* (1997) reconocieron, desde un punto de vista litofacial, seis tramos dentro de la sub-unidad inferior del Mb Santa Mera de la Fm Rodiles, y caracterizaron las zonas de ammonites del Toarciense Inferior, en dos secciones del área de Rodiles.

En la década actual, la mayoría de los trabajos realizados son de índole paleontológica. GÓMEZ *et al.* (2005) caracterizaron la bioestratigrafía de ammonites y bivalvos de los materiales del tránsito Triásico/Jurásico en el área comprendida entre Avilés y Caravia. VAN DE SCHOOTBRUGGE *et al.* (2005a) estudiaron el cambio climático ocurrido durante el Jurásico Inferior y su relación con la radiación del fitoplancton, a partir de análisis geoquímicos y cuantitativos sobre las asociaciones palinológicas de la sección de la Playa de la Griega. BARRÓN *et al.* (2006) desarrollaron un estudio multidisciplinar sobre palinología, bioestratigrafía, sedimentología y estratigrafía secuencial de los materiales del límite Triásico/Jurásico del Mb Solís de la Fm Gijón de los pozos de Cantavieyo y Vilorteo, en el que diferenciaron y correlacionaron cuatro unidades litológicas, reconocieron 49 taxones de palinomorfos y estudiaron las implicaciones del evento de extinción ocurrido en el límite estudiado sobre dicho grupo fósil. Un año más tarde, GÓMEZ *et al.* (2007) estudiaron el tránsito Triásico/Jurásico en distintas cuencas españolas, incluyendo dos pozos y dos secciones de la cuenca asturiana, donde identificaron un episodio de calentamiento durante el Hettangiense Inferior, y analizaron las implicaciones de la crisis biótica del límite Triásico/Jurásico sobre los palinomorfos. GÓMEZ *et al.* (2008) investigaron los cambios de temperatura registrados en el Toarciense en Asturias y en la Cordillera Ibérica, a partir de las variaciones en el isótopo del C, y vincularon el evento de extinción masiva ocurrido durante el Toarciense Inferior con un drástico aumento de las temperaturas del agua marina. Recientemente, BÁDENAS *et al.* (2009) estudiaron los efectos de la diagénesis en la distribución de los carbonatos de la sucesión rítmica del Pliensbachense de Playa de La Llastra y Playa de Vega (zona oriental de Asturias). GARCÍA-JORAL & GOY (2009) describieron las asociaciones de braquiópodos reconocidas en los materiales

toarcienses de la costa asturiana comprendida entre Gijón y Ribadesella, e identificaron algunos eventos críticos para los braquiópodos, coincidiendo con episodios sedimentarios de *black shales*. Durante el último año (FRAGUAS & YOUNG, 2009, *in press*; FRAGUAS *et al.*, 2010, *in litt.*), se ha investigado la influencia de las condiciones paleoambientales registradas durante el evento de extinción del Toarciense Inferior, en las asociaciones de nanofósiles calcáreos y en la evolución del género *Lotharingius*, en la sección de O Rodiles.

Paleogeográficamente, durante el Jurásico Inferior, Asturias formaba parte de un extenso mar epicontinental (Fig. 4.4), de menos de 160-200 m de profundidad (BJERRUM *et al.*, 2001), situado en paleolatitudes subtropicales de entre 20 y 30° N (BAUDIN *et al.*, 1990), que limitaba al SO con el MI y al N con el MA (AURELL *et al.*, 2003).



**Figura 4.4.-** Mapa paleogeográfico con la localización de Asturias (asterisco negro) durante el Jurásico Inferior (Modificada de BAUDIN *et al.*, 1990).

**Figure 4.4.-** Paleogeographical map with the location of the Asturian Basin (black asterisk) during the Lower Jurassic (Modified from BAUDIN *et al.*, 1990).

Los materiales del Jurásico Inferior de Asturias estudiados en esta Tesis Doctoral, presentan un gran diversidad y un elevado contenido en macrofósiles, que están representados principalmente por ammonites, belemnites, crinoides, equinodermos, gusanos, gasterópodos, bivalvos (ostreidos y pectínidos) y braquiópodos (especialmente rinconélidos, terebratulidos y espiriféridos) (SCHULZ,

1858; SUÁREZ-VEGA, 1974). Los microfósiles identificados en estos materiales son fundamentalmente nanofósiles calcáreos, palinomorfos, foraminíferos y ostrácodos (RAMÍREZ DEL POZO, 1969; SUÁREZ-VEGA, 1974; BARRÓN *et al.* 2006; GÓMEZ *et al.*, 2008; FRAGUAS & YOUNG, 2009, *in press*; FRAGUAS *et al.*, 2010, *in litt.*). También se han identificado asociaciones de trazas fósiles o icnitas que incluyen principalmente los géneros *Arenicolites*, *Chondrites*, *Diplocraterion*, *Kulindrichnus*, *Planolites*, *Rhizocorallium*, *Teichichnus* y *Thalassinoides* (VALENZUELA *et al.*, 1985, 1986; VALENZUELA, 1988).

La sucesión jurásica de Asturias está constituida por dos megasecuencias deposicionales, separadas entre sí por una importante disconformidad con paleorrelieve, que podría estar relacionada con la tectónica distensiva que afectó al margen N de la microplaca Ibérica (BORREGO *et al.*, 1996). La megasecuencia inferior, llamada Grupo Villaviciosa, de edad Hettangiense a Bajociense Inferior, es esencialmente calcárea y está constituida por las formaciones Gijón y Rodiles. Las calizas, dolomías y capas yesíferas que componen la Fm Gijón (Hettangiense–Sinemuriense Inferior), fueron depositadas en ambientes de *lagoon* somero restringido y en zonas intermareales, mostrando facies que varían entre submareales y supramareales tipo *sabkha* (VALENZUELA *et al.*, 1986). La Fm Rodiles tiene una edad de Sinemuriense Superior a Bajociense Inferior y está constituida por una alternancia rítmica de calizas y margas ricas en materia orgánica que se depositaron en una rampa carbonatada de profundidad variable. Esta formación incluye los miembros Buerres y Santa Mera (VALENZUELA *et al.*, 1986). La megasecuencia superior, conocida como Grupo Ribadesella, tiene una edad Jurásico Superior y es predominantemente siliciclástica. Este grupo incluye las formaciones de La Ñora, Vega, Tereñes y Lastres, y en su conjunto muestra facies típicamente aluviales, fluviales, litorales fangosas y de *lagoon* restringido (VALENZUELA *et al.*, 1986). Los materiales investigados en esta Tesis Doctoral pertenecen al Mb Buerres y a la Subunidad Inferior del Mb Santa Mera de la Fm Rodiles. El Mb Buerres, de edad Sinemuriense Superior, está formado por calizas nodulares y muestra facies típicamente proximales, con un patrón repetitivo de secuencias cíclicas de primer y segundo orden que reflejan eventos periódicos (VALENZUELA *et al.*, 1985). La Subunidad Inferior del Mb Santa Mera tiene una edad Pliensbachense–Toarciense, y está representada por una alternancia de calizas y margas con capas de *black shales* intercaladas, que fueron depositadas entre el nivel de base del oleaje y el nivel de tormentas. Se han descrito cuatro intervalos de *black shales* dentro de esta subunidad, en la Zona Jamesoni, en el límite entre las zonas Ibex/Davoei, en los niveles inferiores de la Zona Margaritatus y ligeramente por encima del límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum (VALENZUELA, 1988; VALENZUELA *et al.*, 1989; SUÁREZ-RUIZ & PRADO, 1995; BORREGO *et al.*, 1996; GÓMEZ *et al.*, 2008).

Según VALENZUELA *et al.* (1985, 1989) las calizas nodulares cambian, progresivamente hacia el O, a alternancias rítmicas tableadas, de lo que se deduce que aumentó la velocidad de sedimentación, primero en las zonas más occidentales

de la cuenca (Sinemuriense Superior) y más tarde en las orientales (Pliensbachense Inferior). Durante este intervalo temporal existió una cuenca deposicional con unas zonas de borde bien definidas hacia el O y hacia el S, quedando las zonas internas de la misma hacia la parte septentrional de los actuales afloramientos jurásicos. En las zonas internas existe una compensación entre los aportes y la subsidencia, que dan lugar a los ciclos de ralentización de mayor escala y de granulometría más gruesa. En las zonas de borde, ocurre lo contrario, es decir, un aumento de condensación e interrupción sedimentarias.

La sucesión de materiales del Jurásico Inferior de Asturias, al igual que ocurre en la Cuenca Vasco-Cantábrica, muestra una evolución hacia la profundización desde ambientes de *sabkha* y rampa somera a una rampa hemipelágica (HALLAM, 1981, 1997, 2001). El pico transgresivo registrado en el límite entre las zonas Spinatum/Tenuicostatum, está marcado por un cambio de los conjuntos de parasecuencias desde la profundización hacia la somerización, coincidiendo con el máximo desarrollo de las *black shales* (GÓMEZ *et al.*, 2008). Según AURELL *et al.* (2003) en los materiales del Jurásico Inferior de Asturias se reconocen cuatro ciclos T-R.

En la sección de O Rodiles, GÓMEZ *et al.* (2008) analizaron los isótopos estables de C y O sobre rostros de belemnites y carbonatos. Los resultados obtenidos de estos análisis sugieren que las temperaturas fueron relativamente bajas durante la Zona Spinatum, con un promedio de 11,6°C. Alrededor del límite entre las zonas Spinatum/Tenuicostatum, se registró un aumento de temperaturas, del orden de 4-5°C, dando lugar a una temperatura media de 15,6°C. Sin embargo, el calentamiento más notable de las aguas marinas coincide aproximadamente con el límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum, con temperaturas medias de 21°C.



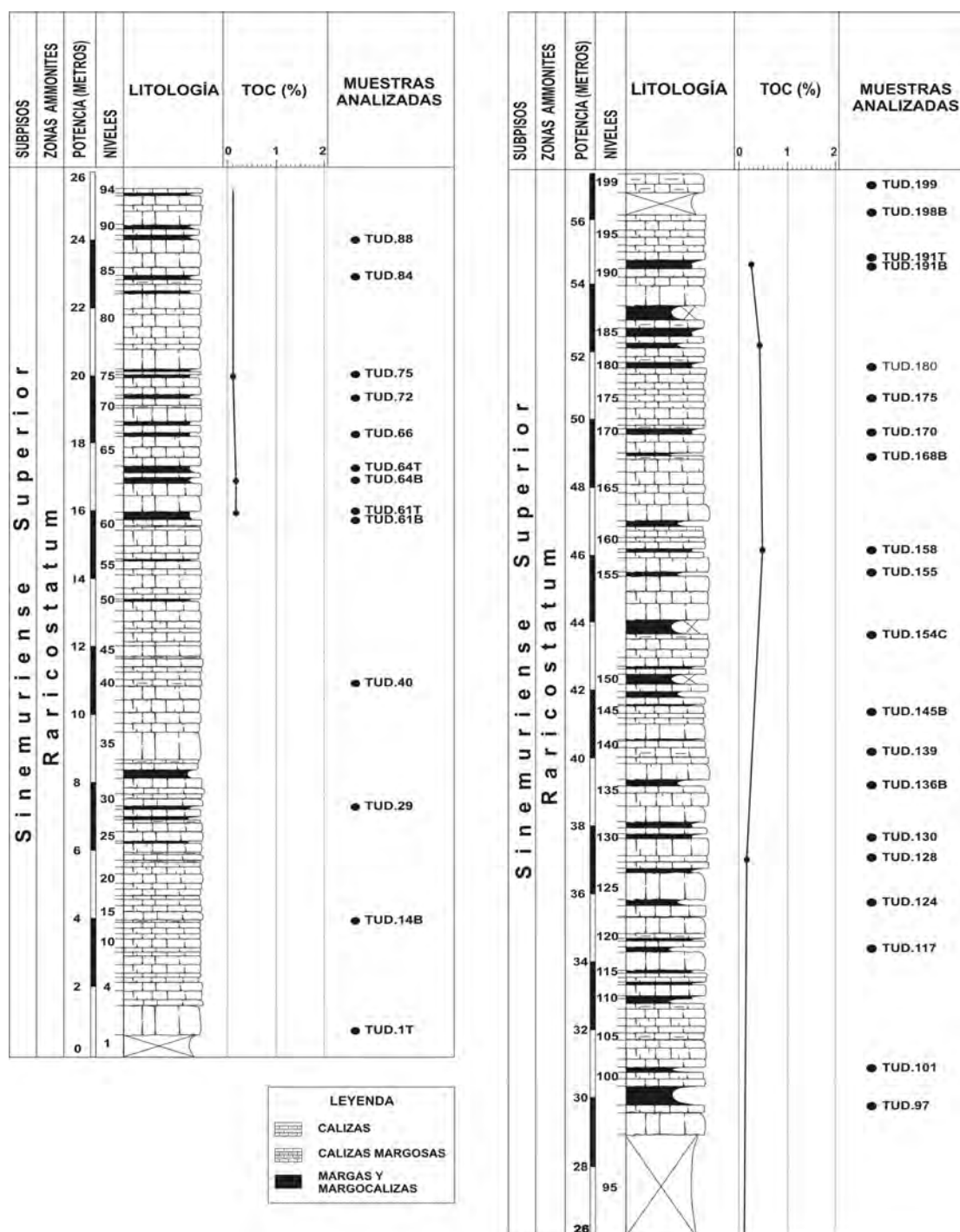
sección de Tudanca presenta unos 125 m de espesor, y está representado por una alternancia de margas y calizas margosas; el Pliensbachense Inferior, que incluye las zonas Jamesoni, Ibex y Davoei, tiene aproximadamente 75 m de potencia y consiste en una alternancia de margas y calizas margosas con *black shales*; y, por último, el Pliensbachense Superior, que corresponde a las zonas Margaritatus y Spinatum, tiene unos 120 m de potencia y está constituido principalmente por margas con intercalaciones de calizas margosas.

En la década actual, GRÄFE (2005) estudió las asociaciones de foraminíferos bentónicos en 21 muestras del intervalo Sinemuriense Superior–Calloviense Inferior de la sección de Tudanca, para lo cual tuvo en cuenta las descripciones litológicas realizadas por SCHAAF (1986), e identificó cinco asociaciones de foraminíferos, *Astacolus-Lingulina* (Sinemuriense Inferior), *Laevidentalina-Eoguttulina* (depósitos oxigenados del Pliensbachense), *Ammobaculites-Reinholdella* (sedimentos poco oxigenados del Pliensbachense), *Saracenaria-Pseudolamarckina* (depósitos de baja energía del Aalenense–Calloviense Inferior) y *Marginulina-Citharina* (sedimentos de alta energía del Aalenense–Calloviense Inferior). Recientemente, FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b) analizaron los nanofósiles calcáreos del Pliensbachense de Tudanca, identificaron la parte superior de la Zona de nanofósiles NJ3 *Crepidolithus crassus*, y las zonas NJ4 *Similiscutum cruciulus* y NJ5 *Lotharingius hauffii* completas, caracterizaron la sucesión de nanobiohorizontes, es decir, las primeras apariciones (*First Occurrences* - FOs) de *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN, 1993, *Biscutum novum* (GOY *in* GOY *et al.*, 1979) BOWN, 1987a, *Biscutum finchii* CRUX, 1984 *emend.* BOWN, 1987a, *Biscutum grande* BOWN, 1987b, *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *in* Grün *et al.*, 1974 *emend.* GOY *in* GOY *et al.*, 1979, *Lotharingius barozii* NOËL, 1973 *emend.* GOY *in* GOY *et al.*, 1979 y las primeras apariciones comunes (*First Common Occurrences* - FCOs) de *Calcivascularis jansae* WIEGAND, 1984b y *L. hauffii*, y la calibraron respecto a las zonas y subzonas de ammonites establecidas para la Cuenca Vasco-Cantábrica (BRAGA *et al.*, 1985, 1988). Más recientemente, FRAGUAS *et al.* (2008b) y PERILLI *et al.* (2010) describieron la sucesión de biohorizontes de nanofósiles reconocida en la sección de Tudanca y la compararon con las identificadas en otras secciones de la Cuenca Vasco-Cantábrica, proponiendo un esquema zonal único para toda la cuenca.

La sección de Tudanca presenta un espesor de aproximadamente 150 m, y abarca desde el Sinemuriense Superior (Zona Raricostatum) hasta el Pliensbachense Superior (Zona Spinatum, Subzona Hawskerense).

Esta sucesión comienza con unos niveles finos de caliza con ammonites pertenecientes a la Familia Echioceratidae, que han permitido atribuirles una edad Sinemuriense Superior. La Zona Raricostatum (Fig. 5.2), de unos 58 m de espesor, está constituida por una alternancia irregular de niveles de caliza, caliza margosa, margocaliza y marga. Los bancos de caliza y caliza margosa de tonalidades marrones, presentan una potencia comprendida entre 20 cm y 1 m, y predominan sobre los niveles de marga y margocaliza de color amarillento, de entre 5 y 60 cm de espesor,

especialmente en la base de la sección (Fig. 5.3). Se han identificado 199 niveles de la Zona *Raricostatum*, con abundantes restos fósiles de bivalvos y braquiópodos (Fig. 5.2).







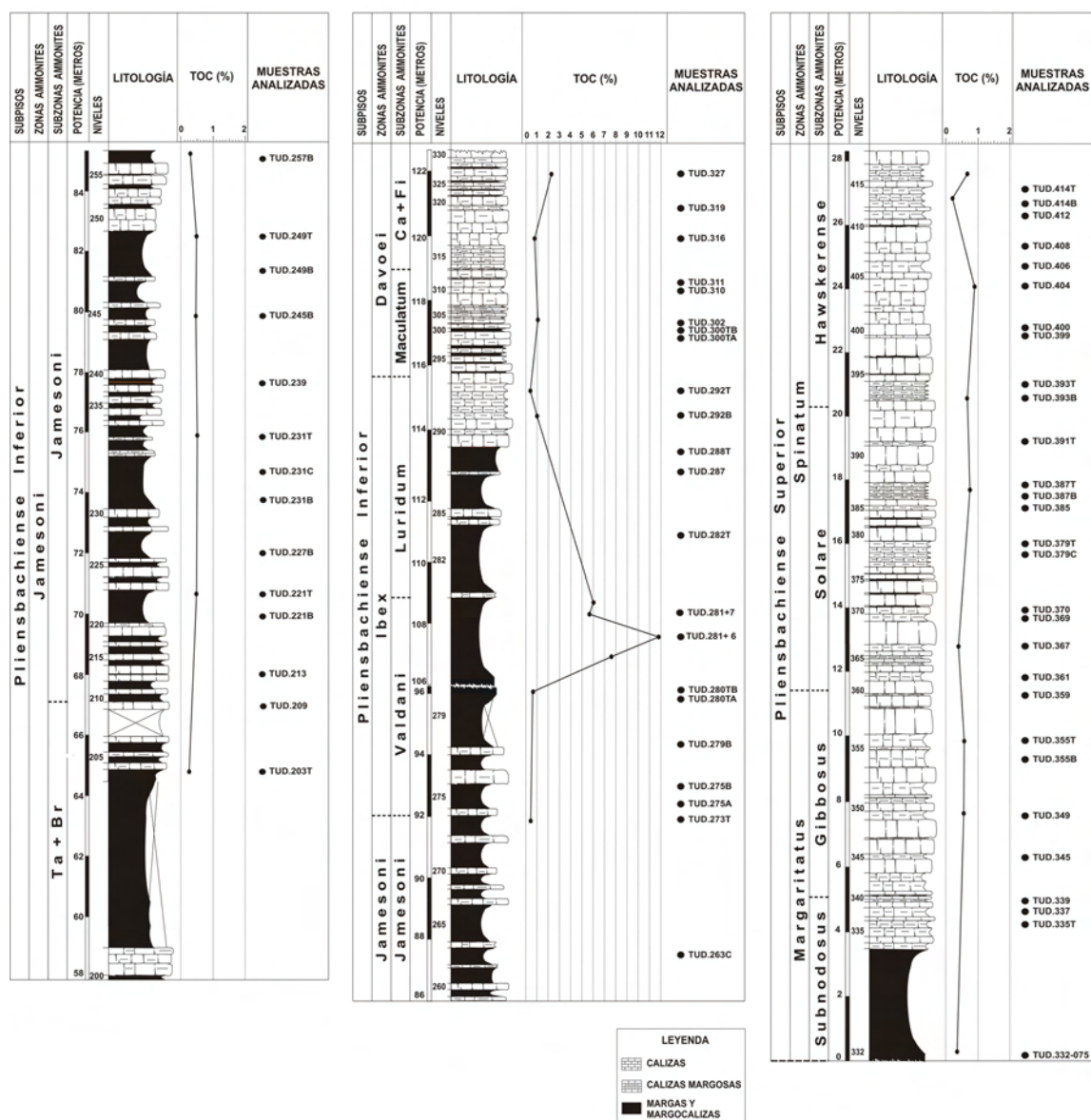
**Figura 5.3.-** Aspecto de los materiales de la Zona Raricostatum en la sección de Tudanca.

**Figure 5.3.-** *Appearance of the rocks corresponding to the Raricostatum Zone in the Tudanca section.*

Por encima de estos materiales, se observa una sedimentación predominantemente margosa, con bancos de marga y margocaliza muy potentes que contienen niveles calizos intercalados de finos a muy finos. Su contenido fósil, especialmente los ammonites, ha permitido datar estos materiales como Pliensbachense (COMAS-RENGIFO, com. pers.). Se han reconocido 214 niveles del Pliensbachense, que forman parte de una alternancia irregular de bancos margosos y calizos con abundantes restos fósiles (Fig. 5.4).

La Zona Jamesoni, tramo de unos 34 m de espesor, está constituida por niveles finos de caliza grisácea y caliza margosa de textura variable, generalmente nodular, de unos 20-30 cm de potencia, intercalados entre bancos margosos que pueden superar los 2 m de potencia. La subzonas Taylori y Brevispina, en su conjunto, representan aproximadamente unos 9 m de espesor, e incluyen materiales margosos parcialmente cubiertos por vegetación. La Subzona Jamesoni, de unos 25 m de potencia, está representada por una alternancia irregular de calizas, calizas margosas y margas.

Los materiales predominantemente margosos que constituyen la Zona Ibex, presentan una potencia aproximada de 24 m. La Subzona Valdani comprende tramos margosos parcialmente cubiertos por vegetación, que pueden superar los 3 m de espesor, con intercalaciones muy finas de calizas margosas. La Subzona Luridum, de unos 7 m de potencia, está constituida por bancos margosos potentes con intercalaciones de finas a muy finas de caliza margosa grisácea, que son considerablemente más abundantes en su parte superior.



**Figura 5.4.-** Columna estratigráfica de la sección de Tudanca, en la que se incluyen los materiales del Pliensbachense. Se han indicado los niveles muestreados y los valores del TOC (% en peso). Para conocer el significado de las abreviaturas, consultar el Anexo 1.

**Figure 5.4.-** Stratigraphic column of the Tudanca section, which includes the Pliensbachian rocks. Levels sampled and TOC (wt.%) values have been indicated. See Appendix 1 for abbreviations.

La Zona Davoei, tramo de unos 7 m de espesor, muestra un claro predominio de las calizas margosas sobre las margocalizas y margas. La Subzona Maculatum, de aproximadamente 3 m de potencia, está constituida por niveles de caliza margosa de finos a muy finos con intercalaciones margosas muy finas en su parte inferior. No ha sido posible establecer el límite entre las subzonas Capricornus/Figulinum, que en su conjunto presentan unos 4 m de potencia y contienen niveles de caliza margosa que son progresivamente más potentes hacia la parte superior, con intercalaciones finas de marga y margocaliza, que no superan los 15 cm de espesor.

La Zona Stokesi completa y los niveles inferiores de la Zona Margaritatus no afloran debido a la presencia de una falla de movimiento desconocido que podría estar relacionada con el “Surco de Polientes-Tudanca” (QUESADA *et al.*, 2005).

Los materiales correspondientes a la Zona Margaritatus, tienen un espesor aproximado de 11 m y están constituidos por una alternancia de margas, margocalizas y calizas, que se van haciendo progresivamente más potentes en su parte superior. La Subzona Subnodosus, de 5 m de espesor, presenta un tramo margoso de más de 3 m en su parte inferior y una alternancia regular de calizas y calizas margosas en su parte superior. La Subzona Gibbosus tiene unos 6 m de potencia y está constituida por una alternancia de niveles finos de caliza margosa con bancos de caliza, de hasta 1 m de espesor.

La Zona Spinatum, de aproximadamente 17 m de espesor, está compuesta predominantemente por margocalizas y calizas, cuyo espesor aumenta hacia el techo de la sección. La Subzona Solare presenta 7 m de potencia y está constituida por una alternancia irregular de niveles finos de caliza margosa y bancos de caliza más potentes, con escasas intercalaciones de margas y margocalizas. Los materiales pertenecientes a la Subzona Hawskerense tienen una potencia de unos 10 m y son principalmente calizas margosas y calizas, cuyo espesor aumenta progresivamente hacia la parte superior, con intercalaciones finas de margas y margocalizas (Fig. 5.5).



**Figura 5.5.-** Aspecto de los materiales de la Zona Spinatum, límite entre las subzonas Solare/Hawskerense, en la sección de Tudanca.

**Figure 5.5.-** Appearance of the rocks corresponding to the Spinatum Zone, Solare/Hawskerense Subzone boundary, in the Tudanca section.

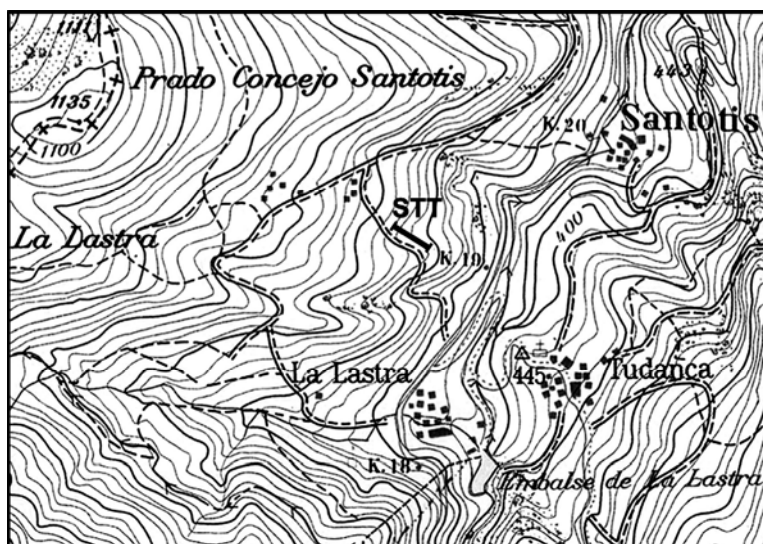
En general, los materiales estudiados tienen unas coloraciones que varían desde el marrón al gris oscuro, debido a su elevado contenido en materia orgánica. Los valores del TOC oscilan entre 0,10 y 11,80 % en peso (Figs. 5.2, 5.4), y los valores más altos se han encontrado en los niveles intermedios de la Zona Jamesoni, en el nivel 281 dentro de la Zona Ibex, donde se han alcanzado los valores máximos,

siempre por encima de 5 % en peso, y en los niveles superiores de la Zona Davoei (Fig. 5.4).

En la sección de Tudanca, se muestrearon noventa y ocho niveles (Figs. 5.2, 5.4) con el fin de obtener una sucesión representativa de las asociaciones de nanofósiles calcáreos en relación con las zonas y subzonas de ammonites identificadas, y el espesor de los materiales correspondientes a cada una de ellas. Considerando la zonación de ammonites propuesta por BRAGA *et al.* (1985, 1988), se tomaron treinta y tres muestras en la Zona Rariscostatum (TUD.1T - 199), dieciséis muestras en la Zona Jamesoni [dos entre las subzonas Taylori y Brevispina (TUD.203T - 209) y catorce en la Subzona Jamesoni (TUD.213 - 273T)], doce muestras en la Zona Ibex [siete en la Subzona Valdani (TUD.275A - 281+7) y cinco en la Subzona Luridum (TUD.282T - 292T)], ocho muestras en la Zona Davoei [cinco en la Subzona Maculatum (TUD.300TA - 311) y tres entre las subzonas Capricornus y Figulinum (TUD.316 - 327)], nueve muestras en la Zona Margaritatus [cuatro en la Subzona Subnodosus (TUD.332-075 - 339) y cinco en la Subzona Gibbosus (TUD.345 - 359)] y, por último, veinte muestras en la Zona Spinatum [diez en la Subzona Solare (TUD.361 - 391T) y otras diez en la Subzona Hawskerense (TUD. 393B - 414T)].

#### 5.1.2.- SECCIÓN DE SANTOTIS

La sección de Santotis (4° 22' 70" W y 43° 09' 41" N) se encuentra en la Hoja nº 82 "Tudanca" del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, en el Valle del río Nansa, aproximadamente 1 Km al O de la sección de Tudanca, y se accede a ella desde un camino situado en el arcén derecho de la carretera CA-281, que une las localidades de Santotis y Tudanca (Fig. 5.6).



**Figura 5.6.-** Localización de la sección de Santotis en el Mapa Topográfico (Hoja nº 82 "Tudanca", a escala 1:50.000).

**Figure 5.6.-** Position of the Santotis section in the topographic map (Sheet n 82 "Tudanca", in the scale of 1:50.000).



FRAGUAS *et al.* (2008a) publicaron el primer trabajo de detalle sobre el Jurásico Inferior de la sección de Santotis. Estos autores identificaron la parte superior de la Zona de nanofósiles NJ3 *Crepidolithus crassus*, y las zonas NJ4 *Similiscutum cruciulus* y NJ5 *Lotharingius hauffii* completas, caracterizaron la sucesión de biohorizontes de nanofósiles, es decir, las FOs de *S. cruciulus*, *B. novum*, *B. grande*, *B. finchii*, *L. barozii* y *L. hauffii*, y la calibraron respecto a la zonación de ammonites establecida para la Cuenca Vasco-Cantábrica (BRAGA *et al.*, 1985, 1988). Recientemente, FRAGUAS *et al.* (2008b) y PERILLI *et al.* (2010) hicieron una síntesis sobre los nanohorizontes identificados en la sección de Santotis y los compararon con los reconocidos en otras secciones de la Cuenca Vasco-Cantábrica. FRAGUAS & ERBA (*in litt.*) utilizaron los materiales del Pliensbachense de esta sección para llevar a cabo un análisis biométrico sobre dos especies del género de cocolitos *Crepidolithus*, *C. crassus* (DEFLANDRE, 1954) NOËL, 1965a y *C. crucifer* PRINS *ex* ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* FRAGUAS & ERBA, *in litt.*, previamente asignadas a la misma, y así tener un criterio objetivo para su diferenciación. Además, estas autoras infirieron las afinidades paleoecológicas de ambas especies (Subcapítulo 8.3.1).

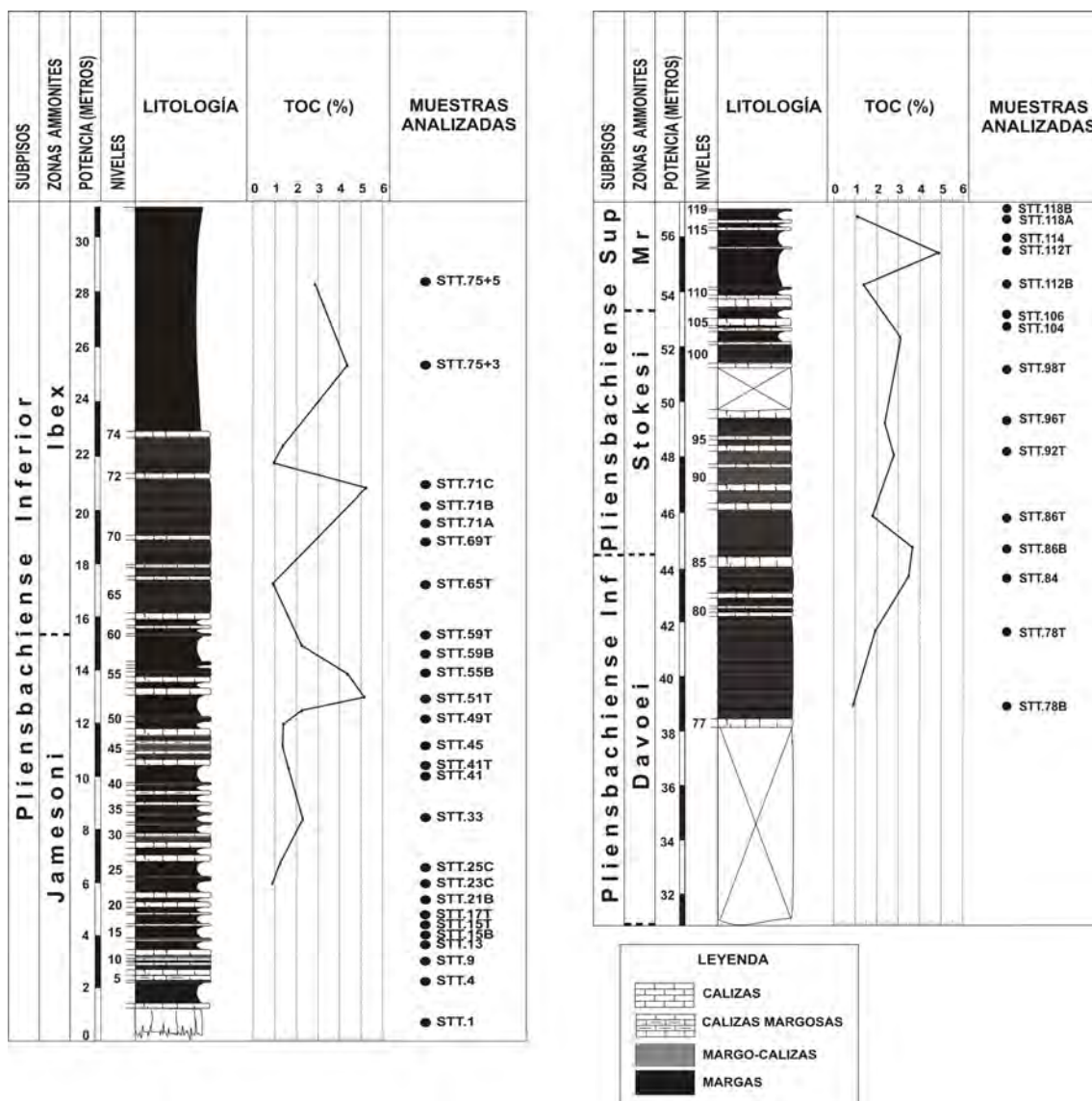
La sección de Santotis presenta un espesor total de unos 57 m, y abarca desde el Pliensbachense Inferior (Zona Jamesoni) hasta el Pliensbachense Superior (Zona Margaritatus). Esta sección podría considerarse complementaria, y es prácticamente correlacionable con la de Tudanca, en la que los materiales correspondientes a la Zona Stokesi completa y a la base de la Zona Margaritatus no afloran por la presencia de una falla, mientras que en Santotis se encuentran bien expuestos. Esta sucesión estratigráfica está constituida por una alternancia de margas, margocalizas y calizas hemipelágicas con intercalaciones finas de niveles margosos laminados, ricos en materia orgánica (Fig. 5.7).



**Figura 5.7.-** Vista de las poblaciones de Tudanca y La Lastra y de la sección de Santotis, desde la sección de Tudanca.

**Figure 5.7.-** View of the Tudanca and La Lastra villages and the Santotis section, from the Tudanca section.

Se han identificado un total de 119 niveles cuyo contenido fósil, especialmente los ammonites, ha permitido atribuirles una edad Pliensbachiense (Fig. 5.8).



**Figura 5.8.-** Columna estratigráfica de la sección de Santotis. Se han indicado los niveles muestreados y los valores del TOC (% en peso). Mr = *Margaritatus*.

**Figure 5.8.-** Stratigraphic column of the Santotis section. Levels sampled and TOC (wt.%) values have been indicated. Mr = *Margaritatus*.

La Zona Jamesoni presenta aproximadamente 15 m de potencia, y está constituida por bancos de margas grises, de entre 20 cm y 1 m de espesor, con intercalaciones de calizas y margocalizas de finas a muy finas, cuyas tonalidades varían entre el amarillo y el gris oscuro.

La Zona Ibex, de unos 16 m de espesor, está representada por una alternancia irregular de margas y margocalizas grises con finas intercalaciones de calizas amarillentas, con un último tramo margoso de unos 8 m de espesor.

La Zona Davoei tiene aproximadamente 14 m de potencia, y presenta un tramo de unos 7 m. de espesor cubierto por vegetación en su parte inferior, sobre el que se observan bancos de margocaliza gris, que pueden superar los 4 m de potencia, con intercalaciones muy finas de calizas con distintas tonalidades amarillentas.

La Zona Stokesi, presenta unos 9 m de potencia y está constituida por una alternancia de bancos de margocaliza gris oscura y niveles finos de caliza, cuyos colores varían entre el gris y el amarillo. En su parte superior predominan los niveles margosos sobre los margocalizos, presentando una alternancia regular de margas oscuras y calizas.

En la Zona Margaritatus, de aproximadamente 4 m de potencia, predominan las litologías margosas sobre las calizas, observándose potentes bancos de margas, que pueden alcanzar los 2 m de espesor, con intercalaciones de finas a muy finas de calizas margosas, calizas y margocalizas.

Todas las litologías reconocidas en esta sección presentan tonalidades oscuras debido a su elevado contenido en materia orgánica, con valores de TOC, comprendidos entre 0,9 y 5,7 % en peso. Se han identificado tres tramos ricos en materia orgánica, constituidos principalmente por margas laminadas grises oscuras cuyos valores de TOC se encuentran en torno al 5 % en peso, en los niveles superiores de la Zona Jamesoni, en la Zona Ibex y en la Zona Margaritatus (Fig. 5.8), que coinciden con los descritos en otras secciones de la Cuenca Vasco-Cantábrica (BRAGA *et al.*, 1988; COMAS-RENGIFO *et al.*, 1988; GOY *et al.*, 1994; QUESADA *et al.*, 2005; PERILLI *et al.*, 2010).

En la sección de Santotis, se tomaron cuarenta y una muestras (Fig. 5.8) con el fin de realizar un muestreo sistemático y de obtener una sucesión representativa de las asociaciones de nanofósiles calcáreos en relación con las zonas de ammonites identificadas, y el espesor de los materiales correspondientes a cada una de ellas. Teniendo en cuenta la zonación de ammonites establecida para la Cuenca Vasco-cantábrica (BRAGA *et al.*, 1985, 1988), se recogieron diecinueve muestras en la Zona Jamesoni (STT.1 - 59T), siete muestras en la Zona Ibex (STT.65T - 75+5), tres muestras en la Zona Davoei (STT.78B - 84), siete muestras en la Zona Stokesi (STT.86B - 106) y, por último, cinco muestras en la Zona Margaritatus (STT.112B - 118B).

### 5.1.3.- SECCIÓN DE CAMINO

La sección compuesta de Camino (1CM: 4° 10' 00" W y 43° 01' 25" N; 2CM: 4° 10' 45" W y 43° 02' 05" N; 3CM: 4° 09' 50" W y 43° 02' 18" N) se encuentra en la Hoja nº 83 "Reinosa" del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 y está situada en el área de Reinosa. La sección 1CM aflora de manera discontinua en un sendero que discurre por el margen derecho del arroyo que cruza el pueblo. La sección 2CM se encuentra aproximadamente a 100 m al E de Camino en una pista que parte de dicha población. La mayoría de los materiales estudiados en esta Tesis Doctoral forman

parte de la sección 3CM, y están bien expuestos en la carretera local que une Camino y Fontecha (Fig. 5.9).



**Figura 5.9.-** Localización de la sección compuesta de Camino (secciones 1CM, 2CM y 3CM) en el Mapa Topográfico (Hoja nº 83 "Reinosa", a escala 1:50.000).

**Figure 5.9.-** Location of the composite Camino section (1CM, 2CM and 3CM sections) in the topographic map (Sheet n 83 "Reinosa", in the scale of 1:50.000).

El Jurásico Inferior de los afloramientos del área de Reinosa (Cuenca Vasco-Cantábrica), especialmente la sección de Camino, ha sido objeto de numerosos estudios durante las últimas cuatro décadas. DAHM (1966) realizó el primer trabajo estratigráfico y paleogeográfico de detalle, en el que caracterizó las asociaciones de ammonites del área de Reinosa, entre otras de la Cuenca Vasco-Cantábrica. RAMÍREZ DEL POZO (1971) describió la litología de los materiales del Jurásico de siete secciones tipo pertenecientes a diferentes áreas geográficas de la cuenca, entre ellas la de Reinosa, identificando las zonas Jamesoni, Ibex, Davoei, Margaritatus y Spinatum en los materiales del Pliensbachense, y realizó algunas precisiones bioestratigráficas basándose en el estudio de foraminíferos y ostrácodos. Posteriormente, CARRERAS *et al.* (1978) cartografiaron la geología de la zona y realizaron una columna regional tipo para el área de Reinosa, utilizando los datos publicados por los autores previamente mencionados.

En la década de los 80, BRAGA *et al.* (1985) estudiaron la sucesión detallada de ammonites del Pliensbachense en las secciones de Camino y Castillo Pedroso, y establecieron una zonación a nivel de subzona, en la que incluyeron las zonas Ibex (Subzona Luridum), Davoei (subzonas Maculatum, Capricornus y Figulinum), Stokesi (subzonas Monestieri y Celebratum), Margaritatus (subzonas Subnodosus y Gibbosus) y Spinatum (subzonas Solare y Hawskerense). Un año más tarde, SCHAAF (1986) investigó los afloramientos de Camino, realizando observaciones de índole sedimentológica, y describió una alternancia de margas y calizas margosas en los



materiales del Pliensbachense, entre las zonas Davoei y Spinatum, y un tramo con *black shales* en la Zona Margaritatus. Posteriormente, BRAGA *et al.* (1988) publicaron un estudio detallado sobre el Lías Inferior y Medio (Hettangiense–Pliensbachense) en la sección de Camino, en el que describieron diecinueve unidades litológicas en los 500 m de sección estudiada, precisaron la sucesión de ammonites y establecieron nueve unidades tectosedimentarias. Dentro de los materiales del Pliensbachense, estos autores identificaron unos 13 m de margas con intercalaciones finas de caliza correspondientes a la Zona Ibex, 11 m de bancos de marga con intercalaciones de caliza de la Zona Davoei, unos 23 m de una alternancia irregular de margas y calizas de la Zona Stokesi, aproximadamente 36 m de una alternancia regular de margas y calizas de la Zona Margaritatus y, por último, unos 22 m de una alternancia de calizas y margas correspondientes a la Zona Spinatum. FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.* (1988) establecieron la biozonación de ammonites a nivel de subzona, para el intervalo Toarciense Superior–Bajociense en los afloramientos de Camino, y realizaron interpretaciones paleambientales para dicho intervalo temporal. Entre los años 1988 y 1993, se publicaron numerosos estudios sobre la sedimentología y estratigrafía del área de Reinosa, en los que los 900 m de la serie de Camino fueron considerados la sección tipo del Jurásico marino de la zona central de la Cuenca Vasco-Cantábrica (PUJALTE *et al.*, 1988; ROBLES *et al.*, 1988, 1989; QUESADA *et al.*, 1991, 1993).

Seis años más tarde, GOY *et al.* (1994) caracterizaron la sucesión de ammonites del Toarciense la región Pozazal-Reinosa, incluyendo la sección de Camino, identificaron cinco unidades tectosedimentarias separadas por discontinuidades en estos materiales, y las relacionaron con las zonas de ammonites reconocidas. Según estos autores las asociaciones de ammonites estaban representadas principalmente por Dactylioceratidae, Hildoceratidae y Hammatoceratidae, y mostraban una clara tendencia boreal, aunque en algunos momentos se documentaron afinidades tethysicas. HERRERO (1998) estudió las asociaciones de foraminíferos registradas en los materiales correspondientes al intervalo Pliensbachense (Zona Ibex)–Toarciense (Zona Tenuicostatum, Subzona Mirabile) de la sección de Camino, e identificó 56 especies pertenecientes a los subórdenes Textulariina, Spirillinina, Miliolina, Involutinina, Lagenina, Robertinina y Rotaliina, todos ellos con representación escasa y esporádica, a excepción de Lagenina que presenta un registro continuo y abundancias relativas superiores al 90%. Esta autora identificó un empobrecimiento en las asociaciones de foraminíferos desde la Zona Ibex hasta la Zona Spinatum, coincidiendo con el período de depósito de las *black shales*. PERILLI (1999a) investigó las asociaciones de nanofósiles calcáreos del Toarciense Inferior y Medio de Camino y San Andrés, identificó los nanobiohorizontes de este intervalo, calibrándolos respecto a las zonas y subzonas de ammonites, FOs de *Lotharingius sigillatus* (STRADNER, 1961) PRINS *in* GRÜN *et al.*, 1974 *emend.* GOY, 1981, *Carinolithus cantaluppii* COBIANCHI, 1990, *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE *in* DEFLANDRE & FERT, 1954) PRINS *in* GRÜN *et al.*, 1974, *Lotharingius velatus* BOWN & COOPER, 1989a, *Discorhabdus striatus* MOSHKOVITZ & EHRLICH, 1976, *Discorhabdus*

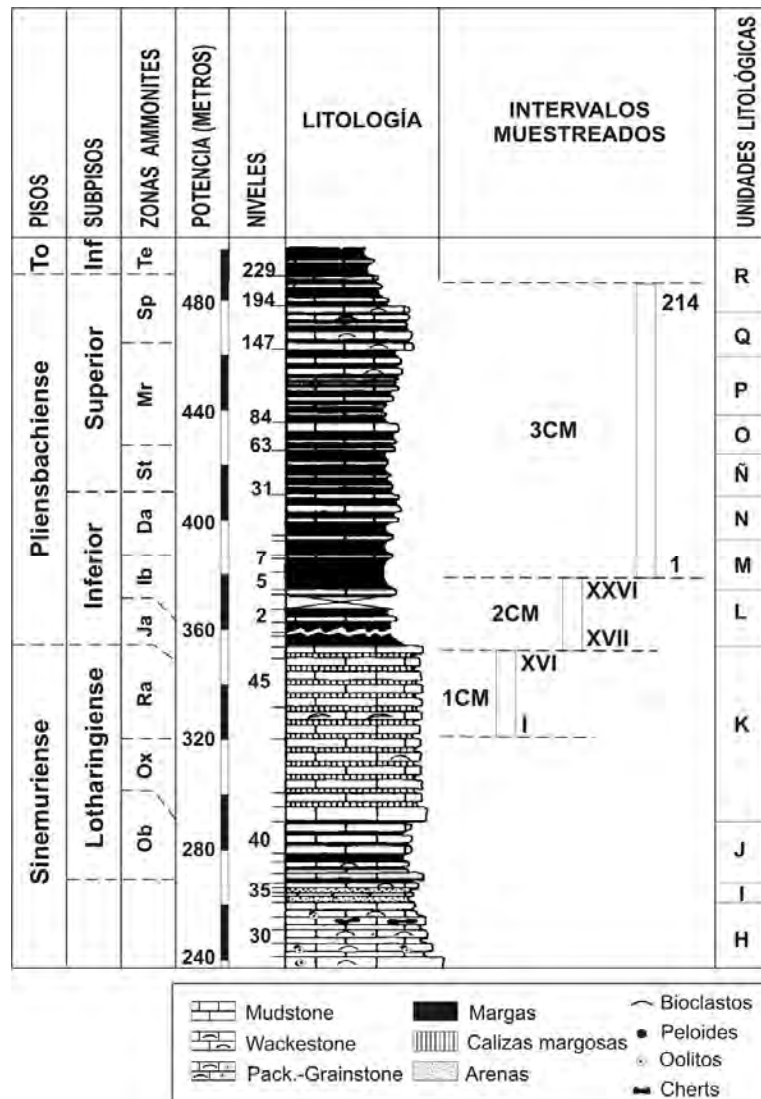
*ignotus* (GORKA, 1957) PERCH-NIELSEN, 1968, LOs de *C. jansae*, *B. grande* y *B. finchii* y última aparición común (*Acme Event* - AE) de *L. hauffii*, y comparó los datos obtenidos en ambas secciones y en la Cordillera Ibérica. Posteriormente, PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) estudiaron los nanofósiles calcáreos del Pliensbachense de Camino y San Andrés, identificaron los nanobiohorizontes, calibrados respecto a las zonas y subzonas de ammonites (BRAGA *et al.*, 1988), FOs de *S. cruciulus*, *Biscutum dubium* (NOËL, 1965a) GRÜN *in* GRÜN *et al.*, 1974, *Bussonius prinsii* (NOËL, 1973) GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979, *B. novum*, *B. grande*, *B. finchii*, *L. barozii* y *L. hauffii*, y las FCOs de *C. jansae* y *L. hauffii*, y compararon los datos obtenidos en las dos secciones. ROSALES *et al.* (2003, 2004a) recogieron 89 rostros de belemnites en materiales pertenecientes a las zonas Ibex, Davoei, Stokesi, Margaritatus, Spinatum, Tenuicostatum y Serpentinum de Camino, con el fin de realizar análisis geoquímicos y determinar las variaciones de temperatura registradas durante el Jurásico Inferior en la Cuenca Vasco-Cantábrica. Posteriormente, PERILLI *et al.* (2004) identificaron los límites entre las zonas de nanofósiles NJ3/NJ4, NJ4/NJ5, NJ5/NJ6, NJ6/NJ7 y NJ7/NJ8 en las secciones de Camino y San Andrés, teniendo en cuenta los datos publicados previamente por PERILLI (1999a) y PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002). VAN DE SCHOOTBRUGGE *et al.* (2005a) analizaron el cambio climático ocurrido durante el Jurásico Inferior y su relación con la radiación del fitoplancton, a partir de análisis geoquímicos sobre rostros de belemnites y rocas, y cuantitativos sobre las asociaciones palinológicas de la sección de Camino, entre otras. Recientemente, FRAGUAS *et al.* (2008b) y PERILLI *et al.* (2010) hicieron una síntesis sobre los nanohorizontes identificados en Camino, y los compararon con los reconocidos en otras secciones de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

La sección compuesta de Camino presenta una potencia total de unos 160 m, y abarca desde el Sinemuriense Superior (Zona Raricostatum) hasta el Pliensbachense Superior (Zona Spinatum, Subzona Hawskerense). Esta sucesión estratigráfica está constituida por una alternancia irregular de calizas bioclásticas con tonalidades que varían entre el marrón y el gris oscuro, y niveles margosos grises oscuros, que son progresivamente más abundantes hacia el techo de la sección (Fig. 5.10).

Los materiales correspondientes a la Zona Raricostatum, prácticamente completa, constituyen la porción de la sección denominada 1CM, de unos 34 m de potencia, que está representada por una alternancia rítmica de calizas bioclásticas grises entre *mudstone* y *wackestone*, y niveles relativamente potentes de caliza margosa oscura. Se han identificado un total de 12 niveles dentro de este primer tramo (Fig. 5.10), perteneciente a la unidad litológica K descrita por BRAGA *et al.* (1988).

Sobre estos materiales se encuentra la sección 2CM, de aproximadamente 26 m de potencia, en la que predominan las margas sobre las calizas. Esta sección, que incluye los niveles superiores de la Zona Raricostatum, la Zona Jamesoni completa y los niveles inferiores de la Zona Ibex, está constituida por una alternancia irregular de margas y calizas de colores oscuros, y presenta un tramo cubierto de vegetación, de aproximadamente 5 m de espesor, en su parte central. Se han identificado 9 niveles

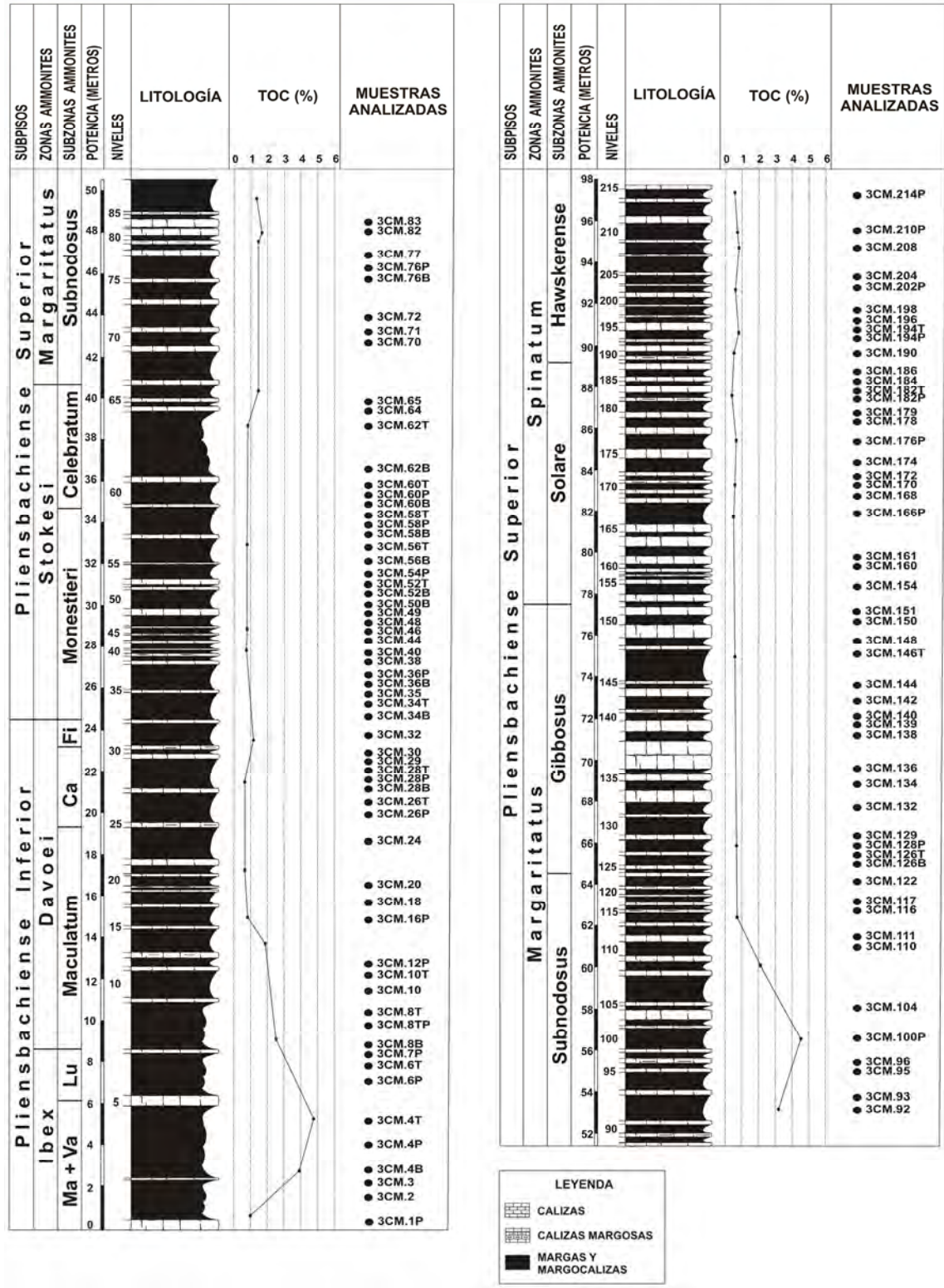
dentro de esta sucesión (Fig. 5.10), pertenecientes a las unidades litológicas L y M descritas por BRAGA *et al.* (1988).



**Figura 5.10.-** Sección compuesta de Camino, en la que se han indicado las secciones muestreadas (1CM, 2CM y 3CM) (Modificada de BRAGA *et al.*, 1988). Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

**Figure 5.10.-** Lithostratigraphy of the composite Camino section, in which the sections sampled have been indicated (1CM, 2CM and 3CM) (Modified from BRAGA *et al.*, 1988). See Appendix 1 for abbreviations.

La sección 3CM, de unos 98 m de potencia, incluye la Zona Ibex prácticamente completa, así como las zonas Davoei, Stokesi, Margaritatus y Spinatum completas, y se caracteriza por presentar una sedimentación predominantemente margosa, con bancos de margas muy potentes e intercalaciones finas de calizas. Se han identificado un total de 214 niveles en esta sección (Fig. 5.11), pertenecientes a las unidades litológicas M, N, Ñ, O, P, Q y R (Fig. 5.10) descritas por BRAGA *et al.* (1988).



**Figura 5.11.-** Columna estratigráfica de la sección compuesta de Camino, en la que se incluyen los materiales de la sección 3CM. Se han indicado los niveles muestreados y los valores del TOC (% en peso). Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

**Figure 5.11.-** Stratigraphic column of the Camino composite section, which includes the materials corresponding to the 3CM section. Levels sampled and TOC (wt.%) values have been indicated. See Appendix 1 for abbreviations.

Los materiales correspondientes a la Zona Ibex (Fig. 5.11) pertenecen a la unidad litológica M (Fig. 5.10), presentan aproximadamente 9 m de potencia, y están formando bancos de margas grises, que pueden superar los 3 m de espesor, con intercalaciones entre finas y muy finas de calizas oscuras con textura *mudstone*. El escaso contenido en ammonites de estos materiales, no ha permitido establecer el límite entre las subzonas Masseanum/Valdani, que en conjunto presentan 6 m de potencia y están constituidas por bancos de margas grises potentes con intercalaciones muy finas de calizas oscuras, al igual que se observa en la Subzona Luridum, de 3 m de potencia.

La Zona Davoei, de aproximadamente 15 m de espesor, muestra un predominio de las litologías margosas sobre las calizas, y está constituida por bancos de margas grises, de más de 2 m de espesor, con intercalaciones de calizas *mudstone*, de entre 10 y 30 cm, pertenecientes a las unidades litológicas M, N y Ñ (Fig. 5.10). Dentro de la Zona Davoei, se han identificado las subzonas Maculatum, de aproximadamente 10 m de potencia, Capricornus, de unos 4 m de espesor, y Figulinum, con una potencia aproximada de 1 m, y todas ellas están constituidas por margas con niveles finos de caliza intercalados.

La Zona Stokesi presenta 16 m de potencia y está constituida por una alternancia irregular de margas y calizas, pertenecientes a las unidades litológicas Ñ y O (Fig. 5.10). En la Subzona Monestieri (Fig. 5.12), de unos 10 m de espesor, se observan bancos de margas grises, cuya potencia suele ser inferior a 1 m, con intercalaciones de calizas oscuras que pueden superar los 50 cm de espesor. La Subzona Celebratum tiene 6 m de potencia y está representada por un tramo margoso de más de 3 m de espesor con intercalaciones de calizas grises entre finas y muy finas.



**Figura 5.12.-** Aspecto de los materiales de la Zona Stokesi, Subzona Monestieri en la sección compuesta de Camino (sección 3CM).

**Figure 5.12.-** Appearance of the rocks corresponding to the Stokesi Zone, Monestieri Subzone in the composite Camino section (3CM section).



La Zona Margaritatus, muestra una potencia superior a 38 m y está formada por una alternancia irregular de margas y calizas, pertenecientes a las unidades litológicas O, P y Q (Fig. 5.10). Las calizas son progresivamente más abundantes y potentes en la parte superior de la zona. La Subzona Subnodosus, de unos 25 m de espesor, está constituida por una alternancia de margas grises, de entre 50 cm y 2 m de potencia, y niveles finos de caliza *mudstone*, cuyo espesor oscila entre 20 cm y 1 m. La Subzona Gibbosus tiene unos 13 m de potencia, y está representada por una alternancia regular de margas grises oscuras y calizas bioclásticas *wackestone*, y tonalidades oscuras, cuyo espesor puede alcanzar los 2 m.

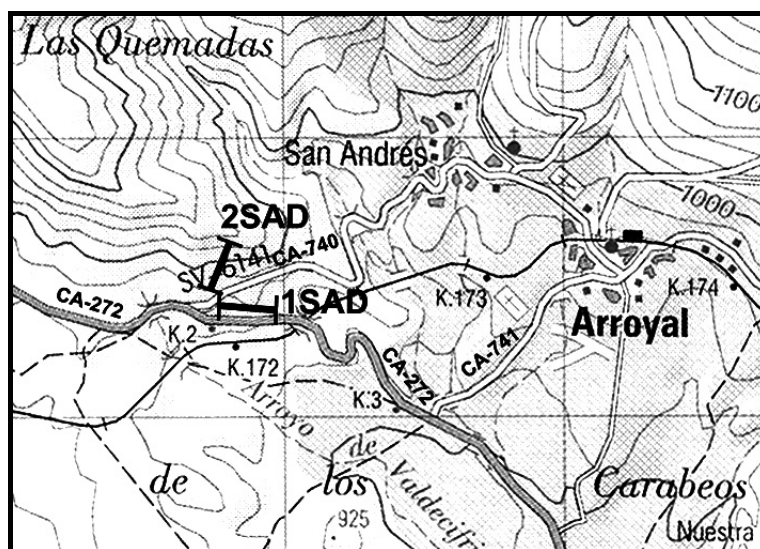
La Zona Spinatum, de unos 20 m de espesor, está compuesta por una alternancia relativamente regular de margas grises y calizas, con tonalidades que varían entre amarillo y gris oscuro, pertenecientes a las unidades litológicas Q y R (Fig. 5.10). La Subzona Solare presenta 11 m de potencia y está constituida por una alternancia de niveles margosos y calizos, de entre 30 cm y 1 m de potencia. Los materiales pertenecientes a la Subzona Hawskerense tienen una potencia aproximada de 9 m y forman una alternancia de margas y calizas, que son progresivamente menos potentes hacia el techo de la sección.

Como se ha descrito anteriormente, los niveles estratigráficos identificados presentan unas coloraciones que varían desde el marrón al gris oscuro, debido a su elevado contenido en materia orgánica. Los valores del TOC varían entre 0,33 y 4,8 % en peso, encontrándose los valores más altos, superiores a 4,5 %, en la Zona Ibex y en la Subzona Subnodosus de la Zona Margaritatus (Fig. 5.11).

En la sección compuesta de Camino, se muestrearon ciento cuarenta niveles (Figs. 5.10-5.11) con el fin de obtener una sucesión representativa de las asociaciones de nanofósiles calcáreos en relación con las zonas y subzonas de ammonites identificadas, y el espesor de los materiales correspondientes a cada una de ellas. Teniendo en cuenta la zonación de ammonites propuesta para la Cuenca Vasco-Cantábrica (BRAGA *et al.*, 1985, 1988), se recogieron diecisiete muestras en la Zona Rariscostatum (1CM.I - 2CM.XVII), siete muestras en la Zona Jamesoni [cinco entre las subzonas Taylori y Brevispina (2CM.XVIII - XXII) y dos en la Subzona Jamesoni (2CM.XXIII g - XXIV)], once muestras en la Zona Ibex [ocho entre las subzonas Masseanum y Valdani (2CM.XXV b - 3CM.4T) y tres en la Subzona Luridum (3CM.6P - 7P)], dieciocho muestras en la Zona Davoei [diez en la Subzona Maculatum (3CM.8B - 24), siete en la Subzona Capricornus (3CM.26P - 30) y una en la Subzona Figulinum (3CM.32)], veintisiete en la Zona Stokesi [veinte en la Subzona Monestieri (3CM.34B - 58T) y siete en la Subzona Celebratum (3CM.60B - 65)], treinta y cinco muestras en la Zona Margaritatus [diecinueve en la Subzona Subnodosus (3CM.70 - 122) y dieciséis en la Subzona Gibbosus (3CM.126B - 151)] y, por último, veinticinco muestras en la Zona Spinatum [quince en la Subzona Solare (3CM.154 - 186) y diez en la Subzona Hawskerense (3CM.190P - 214P)].

## 5.1.4.- SECCIÓN DE SAN ANDRÉS

Las dos secciones que constituyen la sección compuesta de San Andrés (1SAD: 4° 06' 00" W y 42° 54' 30" N; 2SAD: 4° 06' 20" W y 42° 54' 83" N) están localizadas en la Hoja nº 108 "Las Rozas" del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, en el área de Reinosa. A la sección 1SAD, se accede desde un camino situado en el margen izquierdo de la carretera CA-272. La sección 2SAD se encuentra en el margen derecho de la carretera CA-740, cerca del cruce con la CA-272, que une la localidad de San Andrés con el Puerto de Pozazal. Ambas secciones están situadas 1 Km al O de la localidad de San Andrés (Fig. 5.13).



**Figura 5.13.-** Localización de la sección compuesta de San Andrés en el Mapa Topográfico (Hoja nº 108 "Las Rozas", a escala 1:50.000).

**Figure 5.13.-** Position of the composite San Andrés section in the topographic map (Sheet n 108 "Las Rozas", in the scale of 1:50.000).

El Jurásico Inferior del área de Reinosa fue objeto de estudio de DAHM (1966), quien realizó el primer trabajo detallado sobre la estratigrafía y paleogeografía de la Cuenca Vasco-Cantábrica, caracterizando las asociaciones de ammonites de la zona de San Andrés, entre otras. En su Tesis Doctoral, SCHAAF (1986) estudió los afloramientos de San Andrés y realizó observaciones de índole sedimentológica y bioestratigráfica, describiendo un predominio de las litologías calizas sobre las margosas en los materiales del Pliensbachense, y un intervalo potente de *black shales* entre las zonas Davoei y Margaritatus. La mayor parte de los trabajos publicados sobre la sedimentología y estratigrafía secuencial de los materiales del Jurásico Inferior del área de Reinosa, incluyen datos sobre la sección de San Andrés (PUJALTE *et al.*, 1988; ROBLES *et al.*, 1988, 1989; QUESADA *et al.*, 1991, 1993; QUESADA & ROBLES, 1995).

En la década de los 90, GOY *et al.* (1994) caracterizaron la sucesión de ammonites del Toarciense de la sección de San Andrés, entre otras dentro de la región Pozazal-Reinosa. Estos autores identificaron cerca de 67 niveles con ammonites en los 35 m de materiales del Toarciense Inferior, que les permitieron caracterizar las zonas *Tenuicostatum*, *Serpentinum*, *Bifrons* y *Variabilis*, y dividir las a su vez en subzonas, y reconocieron unos 69 niveles con ammonites en los 25 m de sucesión del Toarciense Superior, con los que caracterizaron las zonas *Insigne*, *Pseudoradiosa* y *Aalensis*, así como sus subzonas correspondientes. PERILLI (1999a) estudió los de nanofósiles calcáreos del Toarciense Inferior y Medio de las secciones de San Andrés y Camino, reconoció los biohorizontes de nanofósiles, calibrándolos respecto a las zonas y subzonas de ammonites, FOs de *L. sigillatus*, *C. cantaluppii*, *C. superbus*, *L. velatus*, *D. striatus*, *D. ignotus*, LOs de *C. jansae*, *B. grande* y *B. finchii* y última aparición común (AE) de *L. hauffii*, y comparó los datos obtenidos en las dos secciones y en la Cordillera Ibérica. GÓMEZ & GOY (2000) estudiaron una sucesión de 70 m de materiales del Toarciense de San Andrés, como representación de la Cuenca Vasco-Cantábrica, basándose en los datos bioestratigráficos publicados por GOY *et al.* (1994), con el fin de analizar la organización de los ciclos caliza-marga en los sedimentos toarcienses del Macizo Ibérico.

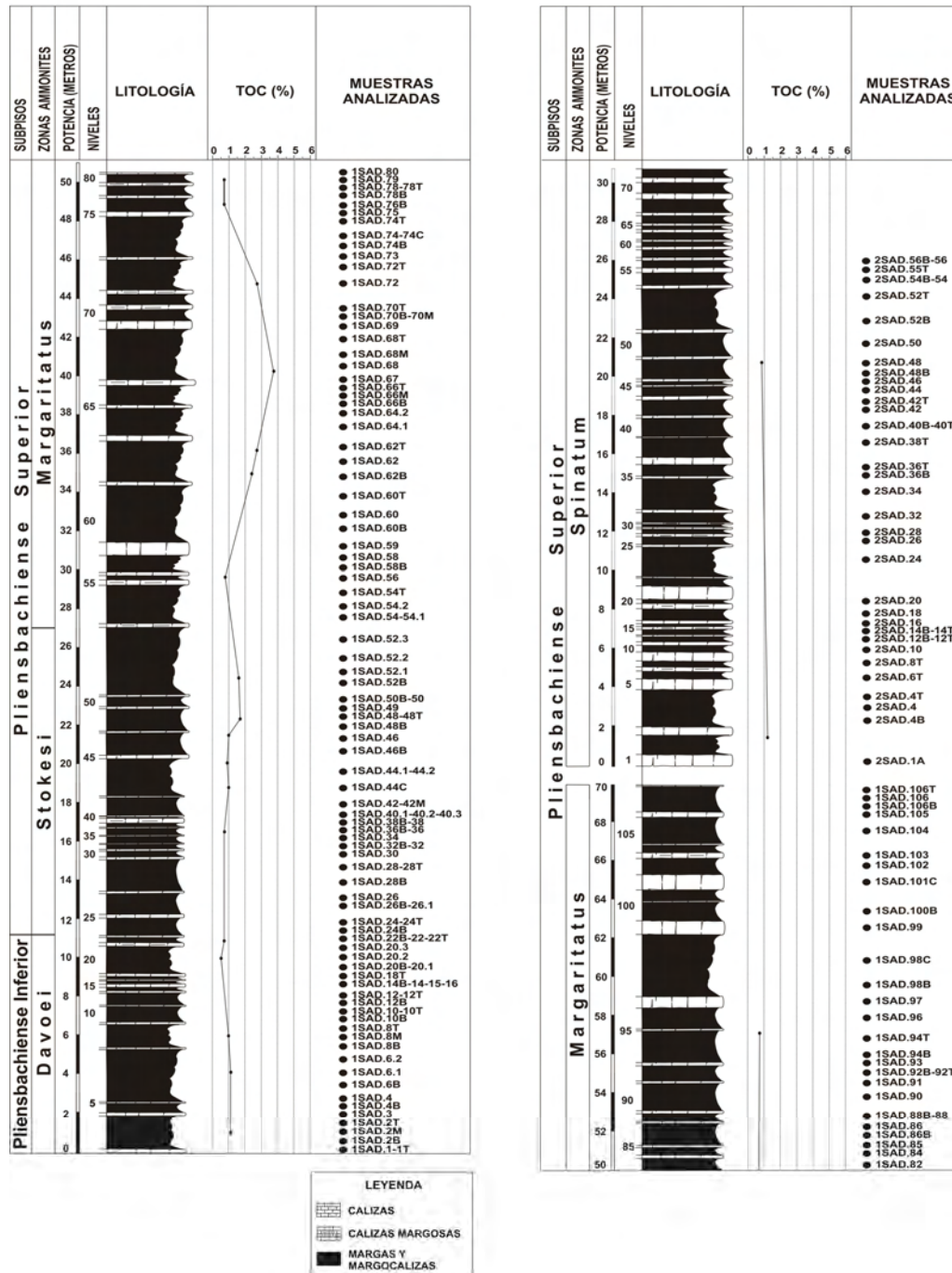
En la década actual, PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) estudiaron por primera vez de manera exhaustiva los materiales de Pliensbachense de San Andrés. Estos autores investigaron las asociaciones de nanofósiles calcáreos, identificando los nanobiohorizontes, calibrados respecto a las zonas y subzonas de ammonites establecidas por BRAGA *et al.* (1988), FOs de *S. cruciulus*, *B. prinsii*, *B. dubium*, *B. novum*, *B. grande*, *B. finchii*, *L. barozii* y *L. hauffii*, y las FCOs de *C. jansae* y *L. hauffii*, y compararon los datos obtenidos con los de la sección Camino. ROSALES *et al.* (2003, 2004a) recogieron 44 rostros de belemnites en materiales pertenecientes a las zonas *Davoei*, *Stokesi* y *Margaritatus* de la sección de San Andrés, con el fin de determinar las variaciones de temperatura registradas durante el Jurásico Inferior en la Cuenca Vasco-Cantábrica. PERILLI *et al.* (2004) identificaron los límites entre las zonas de nanofósiles NJ3/NJ4, NJ4/NJ5, NJ5/NJ6, NJ6/NJ7 y NJ7/NJ8 en las secciones de San Andrés y Camino, basándose en los trabajos de PERILLI (1999a) y PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002). Más recientemente, FRAGUAS *et al.* (2008b) y PERILLI *et al.* (2010) compararon los biohorizontes de nanofósiles identificados en la sección de San Andrés, y los compararon con los reconocidos en otras secciones de la Cuenca Vasco-Cantábrica, planteando un esquema bioestratigráfico único para toda la región.

La sección compuesta de San Andrés tiene una potencia total de unos 100 m y abarca desde el Pliensbachense Inferior (Zona *Davoei*) hasta el Pliensbachense Superior (Zona *Spinatum*). Este corte se complementa y es correlacionable con el de Camino, ya que se ha identificado la misma sucesión de ammonites.

Esta sección corresponde a una sedimentación predominantemente margosa, observándose bancos de margas grises muy potentes con intercalaciones entre finas y muy finas de calizas bioclásticas, con tonalidades que varían entre el marrón y el gris



oscuro. Se han reconocido 178 niveles del Pliensbachense con abundantes restos fósiles, divididos en dos secciones. La primera 1SAD, de unos 70 m de potencia, abarca las zonas Davoei, Stokesi y Margaritatus, mientras que la sección 2SAD presenta un espesor aproximado de 31 m, e incluye la Zona Spinatum (Fig. 5.14).



**Figura 5.14.-** Columna estratigráfica de la sección compuesta de San Andrés, en la que se incluyen los materiales pertenecientes a 1SAD y 2SAD. Se han indicado los niveles muestreados y los valores del TOC (% en peso).

**Figure 5.14.-** Stratigraphic column of the composite San Andrés section, which includes the levels corresponding to 1SAD and 2SAD. Levels sampled and TOC (wt.%) values have been indicated.

Los materiales correspondientes a la Zona Davoei tienen aproximadamente 11 m de potencia, y están constituidos por bancos potentes de margas grises, de hasta 3 m de espesor, con intercalaciones muy finas de calizas oscuras de textura *mudstone*, de entre 10 y 30 cm.

La Zona Stokesi, de unos 16 m de potencia, está constituida por bancos de margas de tonalidades oscuras, cuya potencia oscila entre 50 cm y 3 m, con intercalaciones de calizas y calizas margosas grises con un espesor inferior a 40 cm.

La Zona Margaritatus presenta una potencia superior a los 43 m, y muestra un claro predominio de las litologías margosas sobre las calizas. Los bancos de margas grises oscuras tienen espesores que pueden superar los 5 m, y las intercalaciones de calizas de textura *mudstone-wackestone* son progresivamente más abundantes y potentes en la porción superior de la zona, llegando a alcanzar 1 m de espesor (Fig. 5.15).



**Figura 5.15.-** Aspecto de los materiales de la Zona Margaritatus en la sección compuesta de San Andrés (1SAD).

**Figure 5.15.-** *Appearance of the materials corresponding to the Margaritatus Zone in the composite San Andrés section (1SAD).*

Los materiales de la sección 2SAD pertenecientes a la Zona Spinatum (Fig. 5.14), tienen un espesor aproximado de 31 m y están constituidos por una alternancia relativamente regular de margas grises ligeramente más potentes y calizas con tonalidades que varían entre el amarillo y el gris oscuro, cuyo espesor es mayor en la porción inferior de la zona.

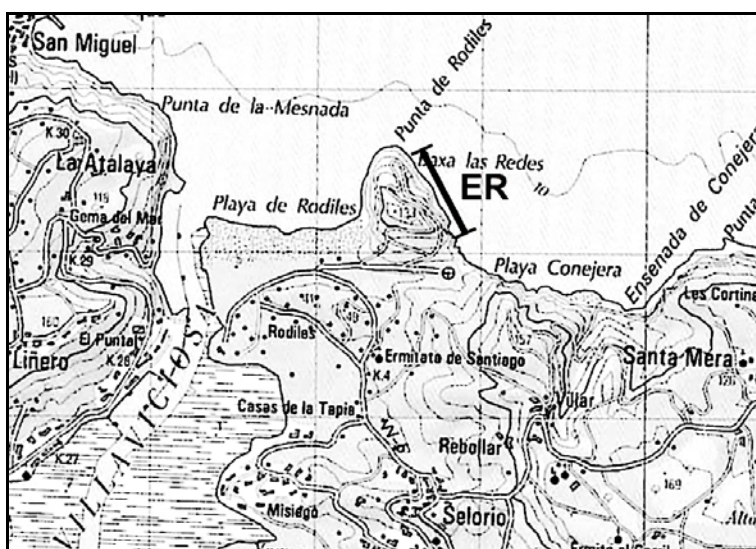
Los materiales descritos en esta sección presentan unas coloraciones que varían desde el marrón al gris oscuro, debido a su elevado contenido en materia orgánica. Los valores del TOC varían entre 0,45 y 3,65 % en peso, encontrándose los valores más altos, situados entre 2,41 y 3,65 %, entre los niveles 1SAD 62 - 72 de la Zona Margaritatus (Fig. 5.14).

En la sección compuesta de San Andrés, se tomaron un total de ciento setenta y seis muestras (Fig. 5.14) con el fin de realizar un muestreo sistemático y obtener una sucesión de las asociaciones de nanofósiles representativa y calibrada respecto a las zonas de ammonites. Considerando el esquema zonal de ammonites propuesto por BRAGA *et al.* (1985, 1988) para la Cuenca Vasco- Cantábrica, se recogieron treinta y dos muestras en la Zona Davoei (1SAD.1 - 22), treinta y siete muestras en la Zona Stokesi (1SAD.24B - 52.3), sesenta y nueve muestras en la Zona Margaritatus (1SAD.54 - 106T) y, por último, treinta y ocho muestras en la Zona Spinatum (2SAD.1A - 56).

## 5.2.- ASTURIAS

### 5.2.1.- SECCIÓN DE E RODILES

La sección de E Rodiles ( $5^{\circ} 22' 15''$  W y  $43^{\circ} 32' 25''$  N) aflora en los acantilados situados en el lado E de la Punta de Rodiles (Fig. 5.16), y se encuentra en la Hoja nº 15 “Lastres” del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, en la zona occidental de la costa jurásica asturiana.



**Figura 5.16.-** Localización de la sección de E Rodiles en el Mapa Topográfico (Hoja nº 15 “Lastres”, a escala 1:50.000).

**Figure 5.16.-** Location of the E Rodiles section in the topographic map (Sheet n 15 “Lastres”, in the scale of 1:50.000).

DUBAR & MOUTERDE (1958) publicaron el primer trabajo de índole bioestratigráfica sobre el Jurásico Inferior de Asturias, incluyendo E Rodiles. Estos autores describieron la litología y el espesor de los materiales del Sinemuriense y Pliensbachense de esta sección y caracterizaron su contenido fósil, haciendo especial hincapié en los ammonites y braquiópodos. RAMÍREZ DEL POZO (1969), en su estudio sobre la bioestratigrafía y la paleogeografía de la costa asturiana, identificó entre 80 y

100 m de materiales calizos del Sinemuriense, unos 165 m de una alternancia de margas y calizas margosas muy fosilíferas de edad Pliensbachense y aproximadamente 50 m de materiales margosos con intercalaciones finas de caliza del Toarciense. SUÁREZ-VEGA (1974), realizó una descripción detallada de los materiales del Sinemuriense Superior–Pliensbachense de la sección de E Rodiles e identificó cerca de 28 m de calizas oscuras y margas grises con espesor variable pertenecientes a la Zona Obtusum, unos 4 m de calizas margosas y margas compactas de la Zona Oxynotum, aproximadamente 16 m de una alternancia de calizas, calizas margosas y margas grises pertenecientes a la Zona Raricostatum, unos 26 m de una alternancia de calizas grises poco margosas y margas laminares negras de la Zona Jamesoni, cerca de 12 m de una alternancia de calizas oscuras y margas laminares grises de la Zona Ibex, unos 3 m de bancos margosos potentes con intercalaciones finas de caliza pertenecientes a la Zona Davoei, aproximadamente 19 m de una alternancia irregular de calizas, margas y margocalizas de la Zona Margaritatus y, por último, unos 9 m de una alternancia de calizas y margas grises oscuras pertenecientes a la Zona Spinatum.

La sección de E Rodiles presenta un espesor total de aproximadamente 140 m, y abarca desde el Sinemuriense Superior (Zona Obtusum, Subzona Obtusum) hasta el Pliensbachense Superior (Zona Spinatum, Subzona Hawskerense) (COMAS-RENGIFO, com. pers.).

Esta sucesión comienza con una alternancia de niveles margosos finos y calizas más potentes, cuyo contenido fósil ha permitido atribuirles una edad de Sinemuriense Superior (Zona Obtusum). Sobre estos materiales se observa una alternancia regular de calizas y margas (Zona Oxynotum), las cuales son progresivamente más abundantes y potentes hacia la parte alta del Sinemuriense Superior (Zona Raricostatum). Se han identificado un total de 375 niveles del Sinemuriense Superior, con restos fósiles de ammonites, bivalvos, braquiópodos y equinodermos (Fig. 5.17).

La Zona Obtusum, de aproximadamente 12 m de potencia, muestra un predominio de las litologías calizas sobre las margosas, y está constituida por una alternancia irregular de niveles de calizas grises con textura *mudstone* - *wackestone*, de entre 30 y 75 cm de espesor, y niveles finos, que no superan los 20 cm de margas y margocalizas de tonalidades amarillentas. Dentro de la Zona Obtusum, se han reconocido las subzonas Obtusum, de unos 9 m de espesor, y Stellare, de aproximadamente 3 m de potencia.

La Zona Oxynotum tiene unos 19 m de espesor y está formada por calizas, margocalizas y margas de espesor variable. En la Subzona Simpsoni, de 1 m de potencia, se observa una alternancia regular de calizas grises con textura *wackestone* y margas oscuras, de entre 5 y 20 cm de espesor. La Subzona Oxynotum presenta 18 m de potencia y está constituida por una alternancia irregular de calizas, margocalizas y margas (Fig. 5.18). Estas últimas son más abundantes en las partes inferior y superior de esta subzona, mientras que en la porción intermedia predominan las calizas grises.





**Figura 5.17.-** Columna estratigráfica de la sección de E Rodiles, en la que se incluyen los materiales del Sinemuriense Superior. Se han indicado los niveles muestreados. Si = Simpsoni.

**Figure 5.17.-** Stratigraphic column of the E Rodiles section, which includes the Upper Sinemurian materials. Levels sampled have been indicated. Si = Simpsoni.

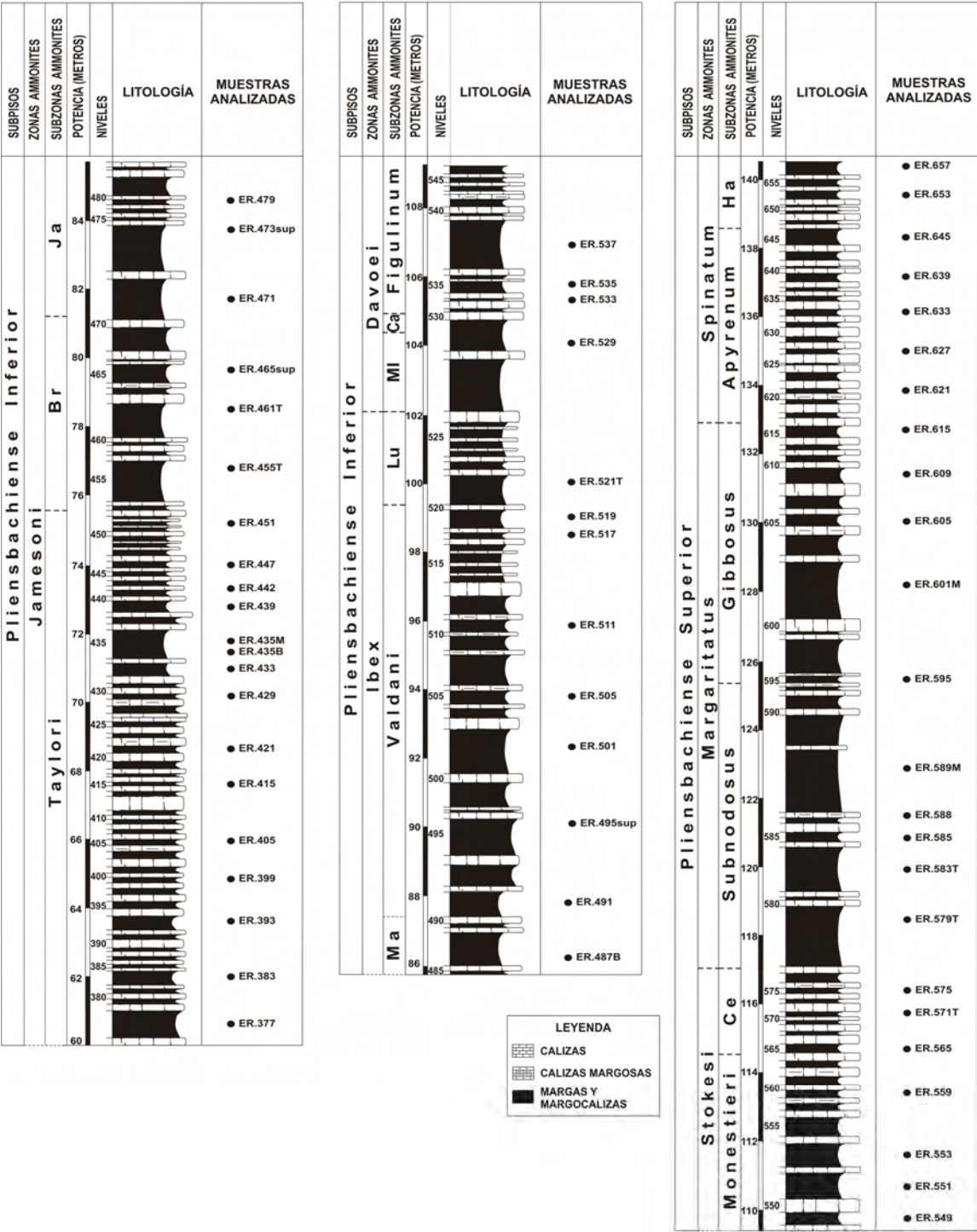


**Figura 5.18.-** Aspecto de los materiales de la Zona Oxynotum, Subzona Oxynotum en la sección de E Rodiles.

**Figure 5.18.-** *Appearance of the levels corresponding to the Oxynotum Zone, Oxynotum Subzone in the E Rodiles section.*

La Zona Raricostatum muestra una potencia superior a 28 m y está representada por una alternancia irregular de calizas y margas. Estas últimas son progresivamente más abundantes y potentes en la parte superior de la zona. La Subzona Densinodulum, de unos 8 m de espesor, está constituida por una alternancia de calizas, de entre 15 y 45 cm de potencia, y niveles margosos finos, cuyo espesor oscila entre 5 y 10 cm. La Subzona Raricostatum presenta unos 7 m de potencia, y está formada por niveles de margas y calizas con espesores variables. En la Subzona Macdonnelli, de unos 5 m de espesor, se observa un predominio de las litologías margosas sobre las calizas, especialmente en su porción superior. Por último, la Subzona Aplanatum tiene 8 m de potencia y está constituida por bancos de margas, que pueden superar los 80 cm de espesor, con intercalaciones finas de calizas, de entre 10 y 30 cm de potencia.

Por encima de estos materiales, se observa un claro predominio de las litologías margosas sobre las calizas, con bancos de marga muy potentes y niveles calizos finos intercalados, cuyo contenido fósil ha permitido datarlos como Pliensbachense. Se han reconocido 281 niveles del Pliensbachense, que forman parte de una alternancia irregular de bancos margosos y calizos (Fig. 5.19) con abundantes restos fósiles de ammonites, braquiópodos, bivalvos, equinodermos y belemnites, y también de foraminíferos HERRERO (com. pers.).



**Figura 5.19.-** Columna estratigráfica de la sección de E Rodiles, en la que se incluyen los materiales del Pliensbachense. Se han indicado los niveles muestreados. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

**Figure 5.19.-** Stratigraphic column of the E Rodiles section, which includes the Pliensbachian materials. Levels sampled and TOC (wt.%) values have been indicated. See Appendix 1 for abbreviations.



La Zona Jamesoni presenta aproximadamente 26 m de espesor y está constituida por calizas, margocalizas y margas, las cuales son progresivamente más abundantes y potentes hacia la parte superior de esta zona. En la Subzona Taylori, de unos 15 m de potencia, se observa una alternancia de calizas grises ricas en margas, de entre 10 y 40 cm de espesor, y margas grises oscuras con un elevado contenido en materia orgánica con altas concentraciones de braquiópodos con petróleo en su interior (Fig. 5.20), cuya potencia oscila entre 5 y 70 cm. La Subzona Brevispina tiene 6 m de espesor y está representada por bancos margosos ricos en materia orgánica, cuya potencia puede superar 1 m, con intercalaciones de calizas, de entre 10 y 25 cm de espesor. Por último, la Subzona Jamesoni, de unos 5 m de espesor está constituida por una alternancia irregular de bancos de marga con altas concentraciones de trazas fósiles del género *Chondrites*, que pueden superar 1 m de potencia, y niveles de caliza oscura, cuyo espesor oscila entre 10 y 25 cm.



**Figura 5.20.-** Aspecto de las margas negras con alto contenido en braquiópodos rellenos de petróleo correspondientes a la Zona Jamesoni, Subzona Taylori en la sección de E Rodiles.

**Figure 5.20.-** Appearance of the black shales with high concentrations of brachiopods filled with petroleum corresponding to the Jamesoni Zone, Taylori Subzone in the E Rodiles section.

La Zona Ibex muestra una potencia de aproximadamente 16 m y está representada por una alternancia irregular de calizas y margas. La Subzona Masseanum, de 2 m de espesor, está constituida por un banco margoso, de unos 87 cm de potencia, con intercalaciones muy finas de calizas grises, de entre 5 y 15 cm. La Subzona Valdani, presenta unos 11 m de espesor, y está formada por bancos de marga, cuya potencia puede ser superior a 1 m, con intercalaciones de calizas oscuras, de entre 10 y 35 cm. En la Subzona Luridum, de unos 3 m de espesor, se observa un predominio de las litologías margosas sobre las calizas.

La Zona Davoei presenta un espesor de unos 8 m, y está constituida por bancos de marga oscura, cuya potencia es superior a 1 m, y niveles de caliza gris con



textura *mudstone*, cuyo espesor varía entre 5 y 20 cm. La Subzona Maculatum, de aproximadamente 2 m de potencia, está constituida por un banco de marga oscura de 1,60 m, con niveles de caliza muy finos intercalados. La Subzona Capricornus, de unos 40 cm de espesor, está formada por margas y calizas. La Subzona Figulinum tiene 5 m de potencia y está representada por una alternancia irregular de margas y calizas con un espesor muy variable.

La Zona Stokesi tiene 7 m de espesor y está formada por una alternancia, progresivamente más regular hacia su parte superior, de margas oscuras, calizas y calizas margosas grises. La Subzona Monestieri, de unos 5 m de potencia, está constituida por una alternancia irregular de niveles de marga oscura, cuya potencia oscila entre 20 y 60 cm, con intercalaciones muy finas de caliza y caliza margosa. La Subzona Celebratum, de aproximadamente 2 m de espesor, está formada por una alternancia regular de niveles margosos y calizos de tonalidades oscuras, cuyos espesores varían entre 15 y 30 cm.

La Zona Margaritatus, de aproximadamente 16 m de potencia, está constituida por una alternancia irregular de margas, margocalizas, calizas margosas y calizas. En la Subzona Subnodosus, de unos 8 m de potencia, se observa un claro predominio de las litologías margosas sobre las calizas, con bancos de marga que pueden alcanzar los 2 m, y niveles de caliza, cuya potencia varía entre 5 y 15 cm. La Subzona Gibbosus (Fig. 5.21), de aproximadamente 8 m de espesor, está representada por bancos potentes de marga laminada con un alto contenido en materia orgánica y niveles finos de caliza, que son progresivamente más abundantes en su parte superior.



**Figura 5.21.-** Aspecto de las margas laminadas oscuras pertenecientes a la Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus en la sección de E Rodiles.

**Figure 5.21.-** Appearance of the dark-laminated marlstones corresponding to the Margaritatus Zone, Gibbosus Subzone in the E Rodiles section.

La Zona Spinatum tiene un espesor de unos 8 m, y está constituida por margas grises oscuras y calizas con elevado contenido fósil. La Subzona Apyrenum, de unos 6 m de potencia, está formada por una alternancia regular de margas y calizas, cuyos espesores varían entre 10 y 30 cm. Por último, la Subzona Hawskerense, de aproximadamente 2 m de espesor, presenta un predominio de litología calizas, especialmente hacia su parte superior.

En la sección de E Rodiles, se muestrearon ciento veintinueve niveles (Figs. 5.17, 5.19) con el fin de realizar un muestreo sistemático y obtener una sucesión representativa de las asociaciones de nanofósiles en relación con las zonas y subzonas de ammonites, y el espesor de los materiales correspondientes a cada una de ellas. Teniendo en cuenta el esquema zonal de ammonites propuesto por COMAS-RENGIFO *et al.* (*in litt.*), se recogieron veintiocho muestras en la Zona Obtusum [veinticuatro en la Subzona Obtusum (ER.3.1 - 43.3) y cuatro en la Subzona Stellare (ER.49B - 55)], diecisiete en la Zona Oxynotum [dos en la Subzona Simpsoni (ER.61 - 67) y quince en la Subzona Oxynotum (ER.75 - 193)], veintiséis en la Zona Raricostatum [siete en la Subzona Densinodulum (ER.201 - 248), siete en la Subzona Raricostatum (ER.254 - 305), cinco en la Subzona Macdonnelli (ER.311 - 339) y siete en la Subzona Aplanatum (ER. 345 - 375)], veintiuna muestras en la Zona Jamesoni [quince en la Subzona Taylora (ER.377 - 451), tres en la Subzona Brevispina (ER.455T - 465sup) y tres en la Subzona Jamesoni (ER.471 - 479)], nueve muestras en la Zona Ibex [una en la Subzona Masseanum (ER.487B), siete en la Subzona Valdani (ER.491 - 519) y una en la Subzona Luridum (ER.521T)], cuatro muestras en la Zona Davoei [una en la Subzona Maculatum (ER.529) y tres en la Subzona Figulinum (ER.533 - 537)], siete muestras en la Zona Stokesi [cuatro en la Subzona Monestieri (ER.549 - 559) y tres en la Subzona Celebratum (ER.565 - 575)], diez muestras en la Zona Margaritatus [cinco en la Subzona Subnodosus (ER.579T - 589M) y cinco en la Subzona Gibbosus (ER.595 - 615)] y, por último, siete muestras en la Zona Spinatum [cinco en la Subzona Apyrenum (ER.621 - 645) y dos en la Subzona Hawskerense (ER.653 - 657)].

### 5.2.2.- SECCIÓN DE O RODILES

La sección de O Rodiles (5° 22' 31" W y 43° 32' 27" N) aflora en los acantilados situados en el lado O de la Punta de Rodiles (Fig. 5.22), y se encuentra en la Hoja nº 15 "Lastres" del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, en la zona occidental de la costa jurásica asturiana.

La sección de O Rodiles ha sido una de las más investigadas de la costa jurásica asturiana. El primer trabajo de detalle sobre la bioestratigrafía y la paleogeografía del Jurásico de Asturias fue realizado por RAMÍREZ DEL POZO (1969), quien identificó aproximadamente 50 m de margas con intercalaciones finas de calizas, en los materiales del Toarciense de la sección situada al O de la Punta de Rodiles. Cinco años más tarde, SUÁREZ-VEGA (1974) describió la litología y el

contenido fósil de los materiales del Toarciense de la sección de O Rodiles y reconoció aproximadamente 8 m de una alternancia de calizas grises y margas negras laminadas pertenecientes a la Zona Spinatum, cerca de 2 m de una alternancia de calizas margosas y margas grises oscuras de la Zona Semicelatum, 4,6 m de calizas margosas con margas grises intercaladas de la Zona Serpentinum, aproximadamente 5 m de una alternancia de calizas y margas grises pertenecientes a la Zona Bifrons, unos 5 m de calizas margosas grises claras y margas grises de la Zona Variabilis, cerca de 4 m de calizas nodulosas rojizas con niveles margosos intercalados pertenecientes a la Zona Thouarsense y, por último, 3,6 m de calizas nodulosas con intercalaciones de margas de la Zona Insigne.



**Figura 5.22.-** Localización de la sección de O Rodiles en el Mapa Topográfico (Hoja nº 15 “Lastres”, a escala 1:50.000).

**Figure 5.22.-** Location of the W Rodiles section in the topographic map (Sheet n 15 “Lastres”, in the scale of 1:50.000).

En la década actual, GÓMEZ & GOY (2000) analizaron una sucesión de unos 47 m de materiales margosos y calizos del intervalo Pliensbachense Superior (Zona Spinatum)–Aalenense Inferior (Zona Opalinum) de la sección de O Rodiles-Santa Mera, con el fin de analizar la organización de los ciclos caliza-marga en los sedimentos toarcienses del Macizo Ibérico, y confirmaron que esta sección representa un ambiente abierto de plataforma profunda y bien comunicado con las plataformas del centro y del N de Europa. Recientemente, GÓMEZ *et al.* (2008) investigaron la relación entre las variaciones de temperatura del agua del mar y el evento de extinción masiva del Toarciense Inferior en el N y centro de España. Para ello, recogieron 208 rostros de belemnites y 141 muestras de carbonato en los 308 niveles del intervalo Pliensbachense Superior (Zona Spinatum)–Aalenense Inferior (Zona Opalinum) de la sección de O Rodiles-Santa Mera. Estos autores identificaron un nivel de aproximadamente 1 m de potencia constituido por *organic shales* laminadas, ricas en

materia orgánica, con valores de TOC relativamente elevados, coincidiendo con un pico transgresivo y un aumento considerable de las temperaturas. FRAGUAS & YOUNG (2009) y FRAGUAS & YOUNG (*in press*), tomando como referencia la bioestratigrafía de ammonites y las descripciones litológicas realizadas por GÓMEZ *et al.* (2008) sobre la sección de O Rodiles, investigaron la evolución del género de cocolitos *Lotharingius* durante el intervalo Pliensbachense Superior–Toarciense Inferior, y las consecuencias de las perturbaciones ambientales ocurridas durante el Toarciense Inferior. Estos autores observaron una tendencia evolutiva hacia el aumento de tamaño, desde *L. hauffii* hasta *L. crucicentralis*, y una disminución en la talla de las cuatro especies/morfotipos identificados durante dicho evento (Subcapítulo 8.3.2). GARCÍA-JORAL & GOY (2009) estudiaron las asociaciones de braquiópodos del Toarciense en Asturias, incluyendo los materiales de la sección de O Rodiles, estableciendo la distribución estratigráfica y paleogeográfica de algunos taxones e identificando los eventos críticos ocurridos en estas asociaciones, e investigaron las implicaciones del evento de extinción del Toarciense Inferior sobre los braquiópodos. Estos autores reconocieron unos 13 m de una alternancia de calizas y margas, más abundantes y potentes hacia el techo de la sección, pertenecientes a las zonas Spinatum, Tenuicostatum y Serpentinum.

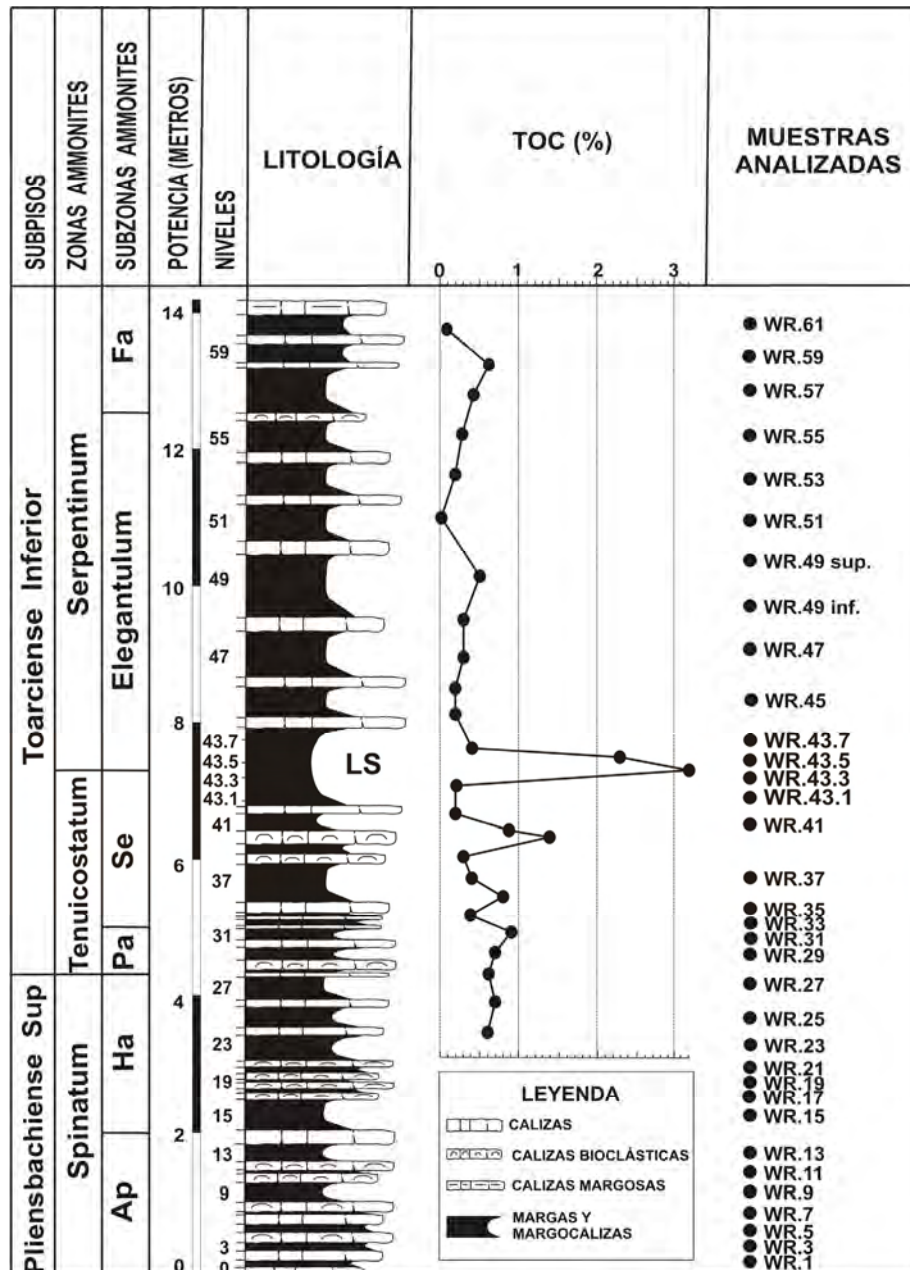
Más recientemente, FRAGUAS *et al.* (2010) y FRAGUAS *et al.* (*in litt.*) estudiaron los cambios registrados en las asociaciones de nanofósiles durante el intervalo Pliensbachense Superior–Toarciense Inferior en O Rodiles, y los relacionaron con las variaciones ocurridas en las condiciones paleoambientales, destacando la disminución progresiva en la abundancia de *Schizosphaerella* sp. y de *C. jansae* con el aumento progresivo de la temperatura de las aguas, y el aumento drástico en la abundancia de *Crepidolithus* spp. después del evento de extinción del Toarciense Inferior (Subcapítulo 10.3.4).

La sección de O Rodiles presenta un espesor total de aproximadamente 14 m, y abarca desde el Pliensbachense Superior (Zona Spinatum, Subzona Apyrenum) hasta el Toarciense Inferior (Zona Serpentinum, Subzona Falciferum).

Los materiales de la Zona Spinatum de este corte complementan y son perfectamente correlacionables con los de la sección de E Rodiles, puesto que en realidad ambos son el mismo corte visto desde los dos lados de la Punta de Rodiles.

Esta sucesión comienza con una alternancia de margas y calizas con abundantes restos fósiles de ammonites, bivalvos, braquiópodos y equinodermos, que han permitido datar estos materiales como Pliensbachense Superior. Se han identificado un total de 62 niveles estratigráficos en la sección de O Rodiles (Fig. 5.23).

La Zona Spinatum, de aproximadamente 4 m de potencia, está constituida por una alternancia de calizas bioclásticas y margas grises, las cuales son progresivamente más potentes en la parte superior de la zona. La Subzona Apyrenum, de unos 2 m de espesor, está formada por una alternancia regular de calizas bioclásticas marrones y niveles margosos grises, cuyo espesor oscila entre 10 y 15 cm.



**Figura 5.23.-** Columna estratigráfica de la sección de O Rodiles, en la que se han indicado los niveles muestreados y los valores del TOC (% en peso). Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

**Figure 5.23.-** Stratigraphic column of the W Rodiles section, in which the levels sampled and the TOC (wt.%) values have been indicated. See Appendix 1 for abbreviations.

La Subzona Hawskerense (Fig. 5.24) tiene aproximadamente 2 m de potencia, y está formada por niveles de margas grises, que pueden superar los 50 cm de espesor, con intercalaciones de calizas bioclásticas, de unos 10 - 15 cm de potencia.





**Figura 5.24.-** Aspecto de los materiales de la Zona Spinatum, Subzona Hawskerense en la sección de O Rodiles.

**Figure 5.24.-** Appearance of the levels corresponding to the Spinatum Zone, Hawskerense Subzone in the W Rodiles section.

La Zona Tenuicostatum, de aproximadamente 3 m de potencia, está constituida por una alternancia irregular de margas y calizas, algunas de ellas bioclásticas. La Subzona Paltum, tiene unos 80 cm de espesor y está formada por niveles de caliza marrón, bioclástica en la parte inferior, cuya potencia oscila entre 5 y 10 cm, y niveles margosos grises de unos 20 cm de espesor. La Subzona Semicelatum, de unos 2 m de potencia, está representada por una alternancia irregular de niveles margosos grises oscuros, de entre 5 y 50 cm de espesor, y niveles de caliza marrón, bioclástica en la parte central de la subzona, cuya potencia varía entre 5 y 20 cm.

El límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum está representado por un banco de aproximadamente 1 m de potencia de *organic shales* laminadas, ricas en materia orgánica. Dentro de este banco, se pueden diferenciar siete niveles con microlaminaciones en su interior (Fig. 5.25).

La Zona Serpentinum tiene un espesor de unos 7 m, y está constituida por margas grises, calizas margosas y calizas con escaso contenido fósil. La Subzona Elegantulum, de aproximadamente 5 m de potencia, está formada por bancos de margas, que pueden superar los 80 cm de espesor, con intercalaciones de calizas marrones, de unos 20 cm de potencia. Por último, la Subzona Falciferum tiene 2 m de espesor, está representada por bancos de margas grises, de entre 20 y 50 cm de potencia, con intercalaciones finas de calizas y calizas margosas.

Los valores del TOC obtenidos del análisis de los materiales de O Rodiles, oscilan entre 0 y 3,20 % en peso (Fig. 5.23), encontrándose entre 0 y 1 en la mayoría de las muestras. Los valores más altos se han encontrado en los niveles correspondientes al límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum coincidiendo con las facies de *organic shales* laminadas.



**Figura 5.25.-** Aspecto de las *organic shales* laminadas correspondientes al límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum, en la sección de O Rodiles.

**Figure 5.25.-** Appearance of the laminated-organic shales corresponding to the Tenuicostatum/Serpentinum Zone boundary, in the W Rodiles section.

En O Rodiles, se recogieron treinta y cuatro muestras (Fig. 5.23) para obtener una sucesión representativa de las asociaciones de nanofósiles en relación con las zonas y subzonas de ammonites, y el espesor de los materiales correspondientes a las mismas. Considerando la biozonación de ammonites propuesta por GÓMEZ *et al.* (2008), se tomaron catorce muestras en la Zona Spinatum [siete en la Subzona Apyrenum (WR.1 - 13) y otras siete en la Subzona Hawskerense (WR.15 - 27)], ocho muestras en la Zona Tenuicostatum [dos en la Subzona Paltum (WR.29 - 31) y seis en la Subzona Semicelatum (WR.33 - 43.3)] y doce muestras en la Zona Serpentinum [nueve en la Subzona Elegantulum (WR.43.5 - 55) y tres en la Subzona Falciferum (WR.57 - 61)].

## 6.- PALEONTOLOGÍA

### 6.1.- GENERALIDADES DEL GRUPO

#### 6.1.1.- CONSIDERACIONES SOBRE LA BIOLOGÍA DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS Y LOS COCOLITOFÓRIDOS ACTUALES

El término nanofósil calcáreo agrupa a todos aquellos fósiles calcáreos cuyo tamaño sea inferior a 30  $\mu\text{m}$  (BOWN & YOUNG, 1998a). En particular, los constituyentes de este grupo fósil son análogos a las placas calcáreas (cocolitos) producidas por las algas Haptophyta actuales, concretamente por el subgrupo conocido como “cocolitofóridos”. Éstos son organismos unicelulares, marinos y autótrofos, que se caracterizan por presentar, durante un determinado periodo de su ciclo vital, una cubierta rígida constituida por cocolitos, denominada cocosfera.

Existe una gran variedad de formas dentro de los nanofósiles calcáreos, como es el caso de los nanolitos, cuyas afinidades biológicas son inciertas debido, entre otras razones, a la falta de organismos análogos actuales. Los nanofósiles calcáreos se pueden conservar en forma de cocosferas completas o, más comúnmente, como cocolitos individuales. Estos cocolitos son muy abundantes en los sedimentos del fondo marino, por encima de la línea de compensación de la calcita, ya que por debajo de la misma, podrían sufrir procesos de disolución (BERGER, 1973).

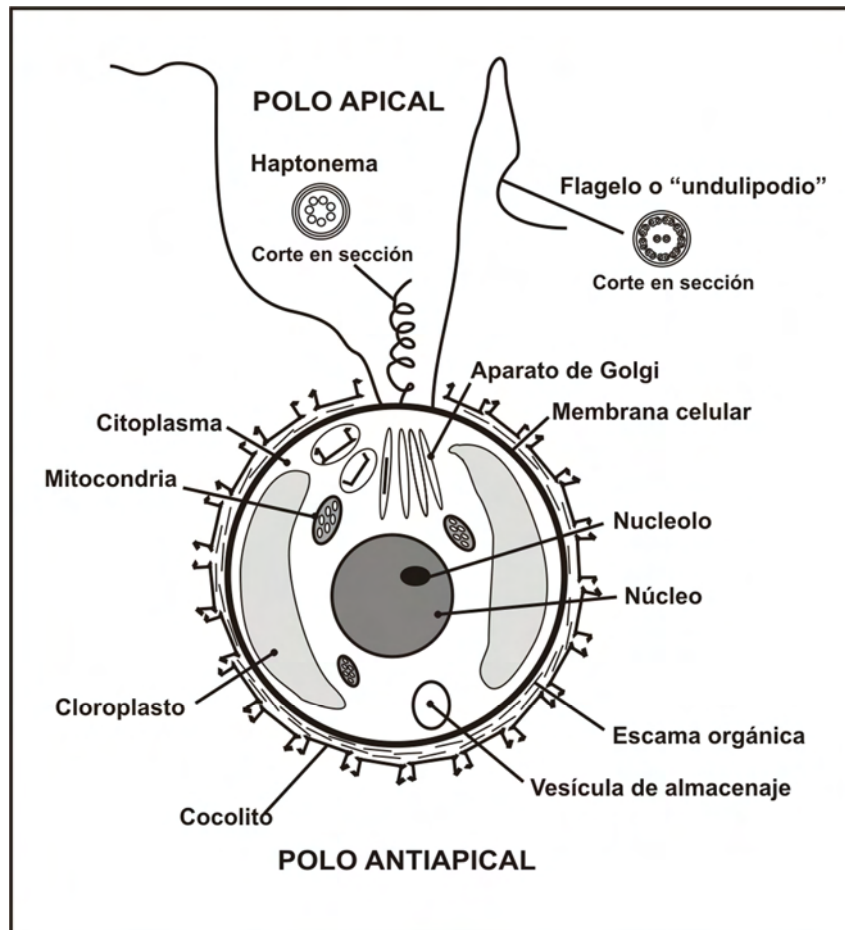
Los nanofósiles calcáreos son considerados como uno de los grupos fósiles con un registro más continuo, desde su primera aparición en el Triásico Superior hasta la actualidad. En los océanos actuales, los cocolitofóridos son uno de los principales componentes del fitoplancton junto con las diatomeas y viven en la zona fótica, siendo especialmente abundantes a unos 50 m de profundidad. Estos organismos se pueden encontrar desde zonas subpolares a ecuatoriales (MCINTYRE & BÉ, 1967; OKADA & HONJO, 1973; OKADA & MCINTYRE, 1977; ROTH, 1994), alcanzando una mayor diversidad en las aguas cálidas y oligotróficas tropicales y subtropicales (WINTER *et al.*, 1994). Los cambios registrados en las masas de agua (temperatura, nutrientes, luz, salinidad,...) controlan la distribución y abundancia de los diferentes taxones (MCINTYRE *et al.*, 1970; WINTER *et al.*, 1994).

Respecto a la clasificación taxonómica, las algas Haptophyta fueron originalmente incluidas dentro de la División Chrysophyta, junto con los silicoflagelados y las algas con cloroplastos dorado-marrones. Se separaron de ellos en el momento en que distintos autores identificaron una estructura celular muy original, el haptonema (PARKE *et al.*, 1955; HIBBERD, 1972; HIBBERD, 1976). En 1972, los cocolitofóridos actuales y, por analogía, los nanofósiles calcáreos, fueron incluidos por HIBBERD en la División Haptophyta, debido a la presencia del haptonema. Sin embargo, en 1976 fue cuando el propio HIBBERD argumentó que Haptophyta no era un término adecuado para denominar a una División, al no poseer un origen genético. Propuso entonces la División Prymnesiophyta, muy utilizada en la literatura actual. Por lo tanto, los



nanofósiles calcáreos, y sus análogos actuales, pertenecen al Phylum Haptophyta, a la División Prymnesiophyta (HIBBERD, 1976) y a la Clase Prymnesiophyceae (HIBBERD, 1976).

Según BOWN & YOUNG (1998a), en los cocolitofóridos actuales, el “haptonema” tiene una ultraestructura interna de microtúbulos, normalmente siete, en vez de la estructura microtubular universal de nueve y dos centrales, que presentan los dos flagelos o “undulipodios” que lo rodean (Fig.6.1). Se trata de la única de estas tres prolongaciones que está enrollada en espiral, y parece tener un conjunto de adaptaciones funcionales, como por ejemplo, la natación e incluso la captura de partículas del medio (BOWN & YOUNG, 1998a). Los dos undulipodios, que están situados a ambos lados del haptonema, tienen la misma longitud y son acromáticos. Éstos surgen del polo apical de la célula, bien sea entre las placas (cocolitos), o del centro de una zona desprovista de cocolitos, llamada desapropiadamente bucal, que en ocasiones puede aparecer rodeada por un anillo hialino. Según MOLINA (2004), la función de los undulipodios es favorecer el movimiento del cocolitofórido.



**Figura 6.1.-** Representación de las estructuras celulares de un cocolitofórido actual con las placas y escamas que lo recubren (Modificada de BOWN & YOUNG, 1998a).

**Figure 6.1.-** Representation of the cellular structures of a current coccolithophore with coccoliths and organic scales covering it (Modified from BOWN & YOUNG, 1998a).

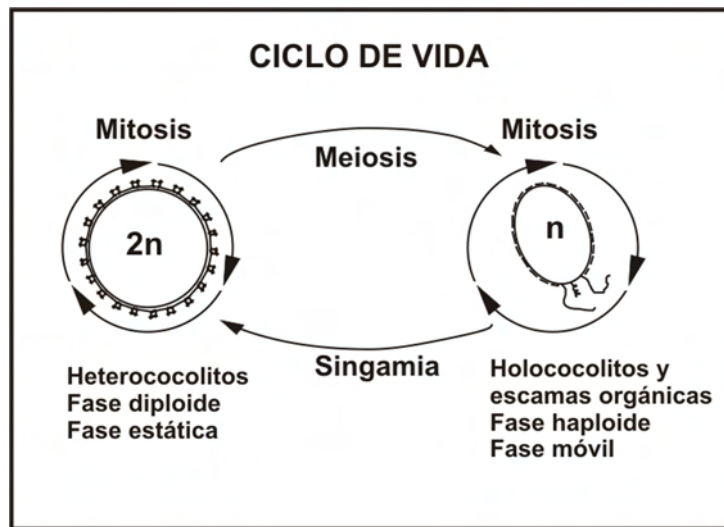
En el interior de la célula se identifican multitud de estructuras. Entre ellas se encuentran los cloroplastos y el núcleo, donde se lleva a cabo la fotosíntesis y se crea el material genético, respectivamente. Las mitocondrias, que son cuerpos para almacenar energía, suelen ser fácilmente identificables. El aparato de Golgi, consistente en un grupo de vesículas interligadas, es donde tienen lugar los procesos de biosíntesis y, en particular, la creación de algunas de las placas calcáreas que recubren la célula (Fig. 6.1). Según PIENAAR (1994), la mayoría de los cocolitofóridos poseen una o más capas de escamas orgánicas situadas inmediatamente por encima de la membrana celular. En ocasiones, sobre estas capas de escamas se va incrustando material calcáreo existente en el medio, que da lugar a un caparazón consistente. Posteriormente, sobre estas capas se fija otra exterior constituida por cocolitos, dando lugar a la definitiva cocosfera.

El número de cocolitos que constituyen la cocosfera varía dependiendo de la especie y su formación puede tener lugar tanto en el exterior como en el interior de la célula. En cada especie los cristales de calcita que forman los cocolitos se ordenan de distinta manera, por lo que, las cocosferas pueden estar compuestas por cocolitos de distinta forma y tamaño. En ocasiones excepcionales, los cocolitos no se llegan a formar y la célula queda cubierta por un delicado caparazón de escamas orgánicas. Según BOWN (1987b) estas escamas orgánicas tienen una ultraestructura microfibrilar que muestra un claro patrón de distribución radial en la cara proximal y un patrón concéntrico, más o menos regular, en la cara distal.

Los cocolitofóridos actuales se reproducen por división binaria o mitosis. La velocidad de reproducción varía dependiendo de la especie, pudiendo llegar hasta cinco divisiones por día. Estas elevadas tasas de reproducción pueden dar lugar a una gran proliferación de cocolitofóridos, llegando a alcanzar localmente concentraciones de millones de organismos por litro (HAQ, 1978).

Respecto a las fases de crecimiento en el ciclo vital, se ha observado un polimorfismo en los cocolitofóridos actuales pudiendo diferenciarse dos fases: una móvil y otra estática (Fig. 6.2). En la fase móvil, que es haploide ( $n$ ), las células poseen dos flagelos que utilizan para nadar, y un haptonema, y están recubiertas por escamas orgánicas. Sobre estas escamas suelen precipitar extracelularmente pequeños cristales idénticos y romboédricos llamados holococolitos (YOUNG *et al.*, 1999). En la fase estática, diploide ( $2n$ ), los dos flagelos desaparecen y se forman los heterococolitos, constituidos por una serie de cristales de diferente morfología. El crecimiento de los heterococolitos tiene lugar en el aparato de Golgi o en una vesícula separada que deriva del mismo. El heterococolito presenta tres estadios de crecimiento: formación de una placa basal orgánica (protococolito), nucleación inicial, que forma un ciclo de cristales simples alrededor del límite de la placa basal (anillo del protococolito) y crecimiento de los cristales en tres dimensiones, dando lugar a un cocolito complejo y totalmente formado (BOWN, 1987b). Los cocolitofóridos se consideran organismos planctónicos, ya que, además de tener una fase estática, en su

fase móvil nadan a razón de 5 a 8 mm/min, velocidad menor que las corrientes oceánicas (HAQ, 1978; BOWN & YOUNG, 1998a).



**Figura 6.2.-** Modelo de ciclo de vida de un cocolitofórido actual, en el que una célula diploide con heterococolitos se divide por meiosis, creando dos células haploides que se recubren de holococolitos y escamas orgánicas. A partir de la fusión de dos células haploides (singamia) se crea un cocolitofórido diploide.

**Figure 6.2.-** Life-cycle of a current coccolithophore, in which a diploid cell with heterococcoliths produces two haploid cells, typically holococcoliths and organic scales bearing, by meiosis. A diploid coccolithophore, heterococcolith bearing, is created from the fusion of two haploid cells (syngamy).

Cuando el organismo muere, la cocosfera suele disgregarse y sus cocolitos caen libremente por la columna de agua. El descenso de los cocolitos hasta el fondo puede llevar varios días debido a su escaso volumen, desplazándose a una velocidad media de 13,8 cm/día (STEINMETZ, 1994). Muchos de los cocolitos que se encuentran en los sedimentos marinos alcanzan el fondo en el interior de agregados fecales generados por organismos heterótrofos (HONJO, 1975). Estos agregados descienden mucho más rápidamente que los cocolitos libres, llegando hasta 200 m/día, y pueden incluir más de 100.000 cocosferas (STEINMETZ, 1994).

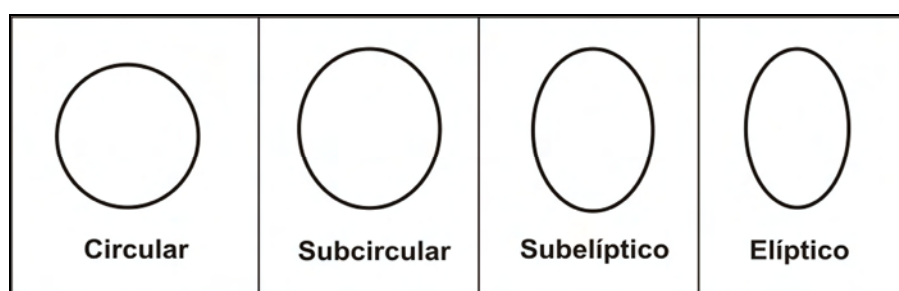
Durante los últimos años han surgido múltiples hipótesis sobre la función de estas pequeñas placas o cocolitos que recubren la célula. La idea más extendida es que su función es la protección de una pared celular delicada, tanto del desgaste mecánico como del ataque bacteriano o químico (YOUNG, 1994). Sin embargo, no existen evidencias de que los cocolitos sean una defensa efectiva contra la predación. Otra de las explicaciones consiste en que los cocolitos controlan la capacidad de flotación de la célula, ya que, el fitoplancton necesita mantenerse en una posición más o menos estable dentro de la zona fótica. La variación en el número de cocolitos que forman la cocosfera puede ejercer un control sobre el hundimiento y la flotación, de forma que las cocosferas alargadas y los cocolitos con grandes espinas favorecen el

hundimiento (YOUNG, 1994). Muchas investigaciones han sugerido, sin embargo, que la función de los cocolitos está relacionada con la fotorregulación (regulación de la luz), bien sea reflejando luz desde la propia célula, viviendo por encima de la zona fótica donde la radiación ultravioleta (UV) es alta, o refractando la luz hacia el interior de la célula, habitando, en ese caso, por debajo de la zona fótica, donde apenas llega la luz pero los nutrientes son abundantes (BOWN & YOUNG, 1998a). Existen evidencias de que el mismo tipo de cocolito puede tener funciones distintas en especies diferentes, lo cual sugiere una diversificación de las morfologías para permitir la adaptación a funciones variadas. Esta diversificación queda reflejada en la talla, forma y número de los cocolitos, así como en la morfología de la cocosfera resultante.

#### 6.1.2.- MORFOLOGÍA DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS

Dentro de los cocolitos actuales, y por analogías, de los nanofósiles calcáreos, existen dos grupos bien diferenciados: los **heterococolitos** (Figs. 6.3-6.6A) y los **holococolitos**, que se distinguen por su morfología, modos de formación y estadios de crecimiento (Subcapítulo 6.1.1). Hay que señalar que en esta Tesis Doctoral sólo se han identificado heterococolitos.

Los **heterococolitos** presentan una morfología entre circular y elíptica, y están constituidos por elementos de calcita, que encierran un área central que, dependiendo de la especie, puede estar vacía o rellena por una variedad de estructuras tales como barras, cruces, espinas y otras más complejas, como emparrillados. Los términos circular, subcircular, subelíptico y elíptico, han sido utilizados en este trabajo para describir la morfología de los nanofósiles (Fig. 6.3).

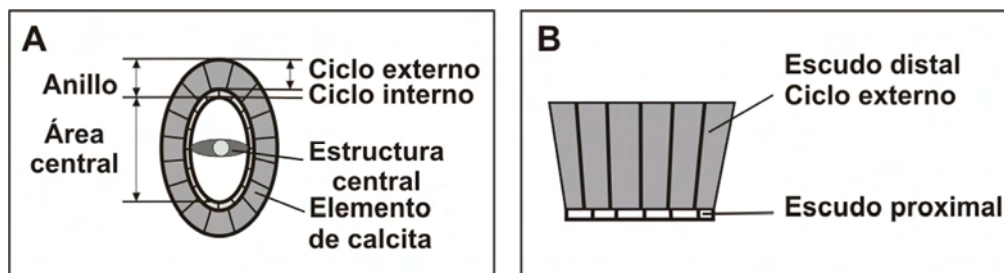


**Figura 6.3.-** Esquema con las morfologías de nanofósiles calcáreos reconocidas.

**Figure 6.3.-** Scheme including the different morphologies of calcareous nannofossils identified.

Un heterococolito está constituido por un anillo de elementos calcáreos que a su vez puede estar formado por uno o más discos. Cuando estos discos son concéntricos y están situados en el mismo plano, se conocen como ciclos (Fig. 6.4A), que pueden ser externos o internos, de acuerdo con su posición dentro del cocolito. Sin embargo, cuando los discos aparecen superpuestos en diferentes planos, se denominan escudos (BOWN, 1987b). El escudo situado más cerca de la pared celular es el proximal, mientras que el más alejado es el distal (Fig. 6.4B). En algunas

especies, se ha identificado un tercer escudo intermedio que ocupa una posición central entre el proximal y el distal.



**Figura 6.4.-** A) Vista distal de un cocolito (placolito radiado) en la que se han marcado sus estructuras; B) Vista lateral de un cocolito (protolito) indicando la posición de sus escudos.

**Figure 6.4.-** A) Distal view of a coccolith (radiating placolith), in which all its structures are indicated; B) Lateral view of a coccolith (protolith) showing the position of its shields.

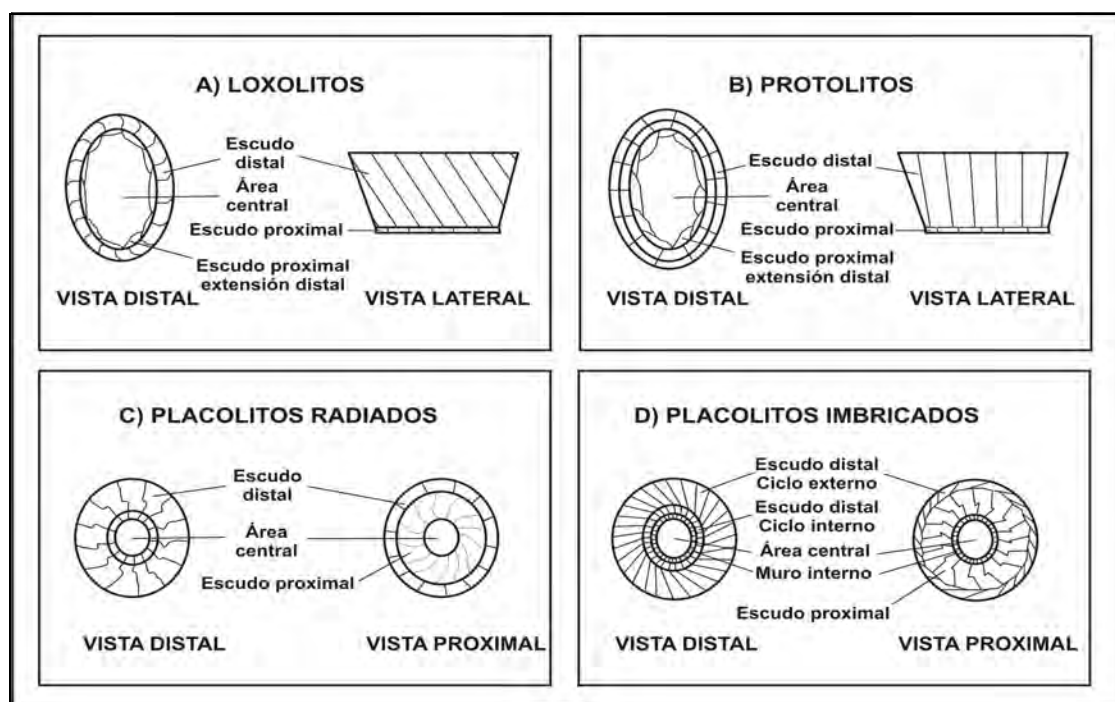
La formación y el crecimiento de los heterococolitos tienen lugar en el interior de la célula. Éstos son expulsados al exterior cuando el proceso de formación ha sido completado (PIENNAR, 1994; YOUNG *et al.*, 1999; BROWNLEE & TAYLOR, 2002).

Los heterococolitos muestran una gran variedad de morfologías, y dentro del material estudiado se han reconocido dos grupos principales, los discolitos y los placolitos (BOWN, 1987b).

Los discolitos, primer tipo de cocolito que apareció en el Triásico Superior (BOWN, 1987b), están constituidos por anillos relativamente finos, verticales o ligeramente escalonados. Tienen dos escudos (proximal y distal) unicíclicos unidos a lo largo de un borde escalonado. El escudo distal está constituido por elementos que pueden estar inclinados (imbricados) (Fig. 6.5A) o verticales (no-imbricados) (Fig. 6.5B). En vistas proximal y lateral, el escudo proximal aparece como un disco fino. En vista distal, su extensión vertical puede parecer un ciclo interno del escudo distal. Dentro de los discolitos se pueden diferenciar dos grupos en función de la disposición de sus escudos: loxolitos (BLACK, 1972), que poseen elementos generalmente inclinados e imbricados en su escudo distal, y unas suturas radiadas características en su escudo proximal (Fig. 6.5A). A este primer grupo pertenecen los géneros *Crepidolithus* y *Tubirhabdus*. El segundo grupo, es el de los protolitos (BOWN, 1987a), que se caracterizan por presentar un escudo distal dominante constituido por elementos dispuestos verticalmente, y un escudo proximal con una larga extensión vertical distal (Fig. 6.5B), como es el caso de los géneros *Calcivascularis*, *Crucirhabdus*, *Mitrolithus* y *Parhabdolithus*.

El primer cocolito con estructura de tipo placolito apareció en el Jurásico Inferior (Pliensbachense Inferior). Estos cocolitos presentan dos o tres escudos finos y anchos, separados por un hueco y conectados por un canal central. Los elementos que componen los escudos pueden ser verticales o inclinados en vista lateral, y radiales o enrollados en vista proximal. La imbricación de los elementos se denomina

destral cuando el solapamiento de los mismos tiene lugar en la dirección de las agujas del reloj, y sinestral cuando el solape ocurre en sentido contrario (BOWN, 1987a). Dentro de los placolitos se distinguen también dos grupos principales en función de la disposición de los elementos de los escudos: placolitos radiados (BOWN, 1987a) caracterizados por presentar suturas radiales, generalmente en zig-zag, entre los elementos que los constituyen, un escudo distal unicíclico y un escudo proximal que puede ser unicíclico o dicíclico dependiendo de la especie (Fig. 6.5C). Este es el caso de los géneros *Biscutum*, *Similiscutum*, *Calyculus* y *Carinolithus*. Sin embargo, los placolitos imbricados (BOWN, 1987a) tienen un escudo distal dicíclico y un escudo proximal unicíclico conectados por un muro interno (Fig. 6.5D), entre otros géneros destacan *Bussonius*, que está constituido por tres escudos, y *Lotharingius*.



**Figura 6.5.-** Grupos morfológicos identificados en este trabajo. Las figuras A y B pertenecen al grupo de los discolitos y las figuras C y D al de los placolitos.

**Figure 6.5.-** Morphological groups identified in this work. Figures A and B belong to the discolith group, and figures C and D belong to the placolith group.

Los cristales que forman los heterococolitos presentan distinta disposición de los ejes ópticos, debido a su posición y tamaño, dando lugar a diferentes figuras de interferencia al observarlos con un LM de luz polarizada, con los nícoles cruzados (HAQ, 1978).

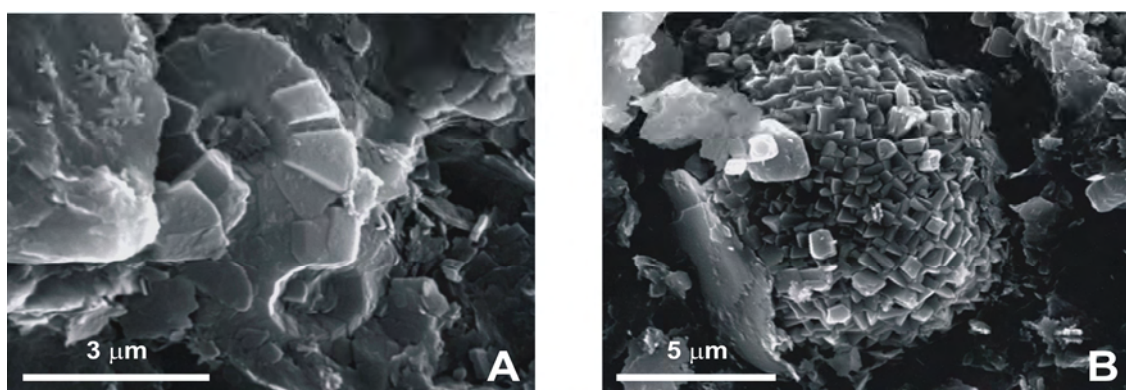
Los **holococolitos**, sin embargo, presentan típicamente morfologías discoidales o dómicas, y están formados por numerosos y diminutos cristalitos equidimensionales de calcita (alrededor de 0,1  $\mu\text{m}$ ), con formas simples, normalmente hexagonales o romboédricos. En este caso, los cristalitos se organizan en grupos geométricos muy precisos, estando las caras de los cristalitos perfectamente alineadas.



Al contrario que los heterococolitos, la morfología de los holococolitos apenas cambia a lo largo del tiempo, y existe una división menos diferenciada entre las estructuras del borde y las del área central. Su calcificación tiene lugar extracelularmente. Su registro fósil es muy esporádico, disperso y escaso, reflejando un bajo potencial de conservación, a pesar de su elevada diversidad en las asociaciones modernas (BOWN, 1987b; BOWN & YOUNG, 1998a). Por esta razón, no se han identificado holococolitos en este trabajo.

En general, los cocolitos actuales están constituidos por calcita con bajas proporciones de aragonito y vaterita. Respecto a los cocolitos fósiles, éstos están formados por cristalitas de calcita, de manera que si originalmente algunos de ellos fueron de aragonito, éste se habría disuelto y/o transformado en calcita. El tamaño medio de los cocolitos es de aproximadamente 8  $\mu\text{m}$ , siendo los holococolitos bastante más pequeños que los heterococolitos.

Por otro lado, los nanolitos (Fig. 6.6B) son un grupo heterogéneo que incluye una amplia gama de formas. La mayoría de ellos muestran las características de los heterococolitos, como una simetría rotacional, una forma compleja de los cristales, o una morfología generalmente de plato. Sin embargo, son lo suficientemente diferentes como para establecer relaciones inciertas con los cocolitofóridos y las algas haptofitas (BOWN & YOUNG, 1998a; YOUNG *et al.*, 1999; MOLINA, 2004). Podrían considerarse realmente como un grupo artificial, y muchos de ellos parecen ser heterococolitos modificados por la evolución de una serie de ancestros (HAQ, 1978). Otros, tal vez, podrían ser holococolitos modificados. Sin embargo, ciertos nanolitos identificados en este trabajo habrían sido formados por algas Haptophytas con mecanismos de calcificación desconocidos, como por ejemplo la especie *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND, 1984b, e incluso por algas no-Haptophytas, como es el caso del género *Schizosphaerella*.



**Figura 6.6.-** Tipos de nanofósiles identificados: A) Heterococolitos pertenecientes al grupo de los placolitos radiados (SAD.12T. Zona Davoei); B) Nanolito del género *Schizosphaerella* (CM.128. Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus).

**Figure 6.6.-** Types of calcareous nannofossils identified: A) Heterococcoliths belonging to the radiating placolith group (SAD.12T. Davoei AZ); B) Nanolith belonging to the genus *Schizosphaerella* (CM.128. Margaritatus AZ, Gibbosus ASz).

## 6.2.- PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

El reconocimiento de los grupos morfológicos ha permitido establecer una clasificación taxonómica coherente. Ésta se basa en las observaciones realizadas tanto con microscopía óptica como electrónica, considerando las características morfológicas y estructurales, y las propiedades ópticas de los especímenes. El hecho de tener en cuenta estos aspectos para establecer la clasificación taxonómica, ha permitido conocer las analogías y diferencias existentes entre los distintos grupos establecidos.

Las divisiones taxonómicas utilizadas en esta Tesis Doctoral se han ordenado en: División, Clase, Orden, Familia, Subfamilia, Género, Especie y Subespecie (Fig. 6.7).

De forma sucinta, se han incluido las diagnosis originales y enmendadas, si existieran, de las especies identificadas y de los distintos órdenes, familias y géneros a los que pertenecen, primero, en su idioma original (inglés, alemán, francés o italiano) y, posteriormente, traducidas al castellano.

Para cada una de las especies reconocidas, se ha incluido una sinonimia completa, con el listado de todos aquellos trabajos consultados que contienen fotografías de la misma realizadas con LM y/o SEM. Es importante destacar que algunas de las especies incluidas en esta monografía, no han sido identificadas con SEM debido a su escasa abundancia y/o bajo grado de preservación. En estos casos, las citas correspondientes a imágenes tomadas con SEM, han sido excluidas de la lista de sinonimia.

Además, se han descrito las características morfológicas y estructurales, y las propiedades ópticas de cada una de las especies identificadas, aportando también los rangos dimensionales y los valores medios de los parámetros medidos sobre cada una de ellas. En el apartado de discusión, se han comentado de manera resumida las principales analogías y diferencias observadas entre cada especie descrita y otras especies pertenecientes al mismo género o a otros géneros incluidos dentro del mismo grupo morfológico.

Por último, se ha indicado la distribución estratigráfica de todas las especies identificadas, primero, en cuencas europeas y en otras cuencas españolas y, posteriormente, se ha comentado su rango estratigráfico en cada una de las secciones estudiadas tanto en la Cuenca Vasco-Cantábrica como en Asturias.

Las abreviaturas utilizadas en este apartado, se han conservado en lengua inglesa, con el fin de mantener el criterio empleado en la mayoría de los trabajos consultados. FO (First Occurrence) = primera aparición, LO (Last Occurrence) = última aparición.



Orden	Familia	Género	Especie
Eiffelithales Rood, Barnard & Hay, 1971 (LOXOLITOS)	Chiastogyaceae Rood, Barnard & Hay, 1973 emend. Vard & Grgis, 1994	Crepidolithus Noël, 1965a	C. cavus Prins ex Rood, Barnard & Hay, 1973 C. crassus (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Noël, 1965a C. crucifer Prins ex Rood, Barnard & Hay, 1973 emend. Fraguas & Erba, in litt. C. granulatus Bown, 1987b C. pfiensbachensis Crux, 1985 emend. Bown, 1987b Crepidolithus sp. 1
			Tubirhabdus Prins ex Rood, Barnard & Hay, 1973 Calciavascularis Wiegand, 1984b
Stephanolithales Bown & Young, 1997 (PROTOLITOS)	Parahabditaceae Bown, 1987b	Crucirhabdus Prins ex Rood, Barnard & Hay, 1973 emend. Bown, 1987b	C. minutus Jafar, 1983 ex Bown, 1987b C. primulus Prins, 1969 ex Rood, Barnard & Hay, 1973 emend. Bown, 1987b
		Mitrolithus Deflandre in Deflandre & Fert, 1954 emend. Bown & Young in Young, Teale & Bown, 1986	M. elegans Deflandre in Deflandre & Fert, 1954 M. lenticularis Bown, 1987b
Podorhabdales Rood, Barnard & Hay, 1971 emend. Bown, 1987b (PLACOLITOS RADIADOS)	Biscitaceae Black, 1971 emend. Bown, 1987b	Parahabditolithus Deflandre, 1952 emend. Bown, 1987a	P. llasticus Deflandre, 1952 P. l. distinctus Deflandre, 1952, Bown, 1987b P. l. llasticus Deflandre, 1952, Bown, 1987b
		Subfamilia Biscutoideae Hoffmann, 1970	P. robustus Noël, 1965a
Watznaueriales Bown, 1987b (PLACOLITOS IMERICADOS)	Calyculaceae Noël, 1973 emend. Goy, 1981	Biscutum Black in Black & Barnes, 1959 emend. de Kaenel & Bergen, 1993	B. dubium (Noël, 1965a) Grün in Grün, Prins & Zwelli, 1974 B. finchii Crux, 1984 emend. Bown, 1987a B. grande Bown, 1987b B. intermedium Bown, 1987b B. novum (Goy in Goy, Noël & Busson, 1979) Bown, 1987a
		Similiscutum de Kaenel & Bergen, 1993 emend. Mattioli, Pittet, Young & Bown, 2004a	S. avitum de Kaenel & Bergen, 1993 S. cruciatus de Kaenel & Bergen, 1993 S. orbiculus de Kaenel & Bergen, 1993
Thoracosphaerales Targen, Brand, Blackwelder & Guillard, 1982 (NANOLITOS)	Watznaueriaceae Rood, Barnard & Hay, 1971 emend. Bown, 1987b	Calyculus Noël, 1973 emend. Crux, 1987a	Calyculus spp.
		Carinolithus Prins in Grün, Prins & Zwelli, 1974 emend. Bown, 1987b	C. cantaluppi Codrighi, 1990 C. poulhabronel Mattioli, 1996 C. superbus (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Prins in Grün, Prins & Zwelli, 1974
C. Dinophyceae Frisch, 1929	Bussoniaceae Goy, 1981 emend. de Kaenel & Bergen, 1993	Bussonius Goy in Goy, Noël & Busson, 1979	B. prinsii (Noël, 1973) Goy in Goy, Noël & Busson, 1979
		Lotharingius Noël, 1973 emend. Goy in Goy, Noël & Busson, 1979	L. barozii Noël, 1973 emend. Goy in Goy, Noël & Busson, 1979 L. cruceicentralis (Madd, 1971) Grün & Zwelli, 1980 L. hauffii Grün & Zwelli in Grün, Prins & Zwelli, 1974 emend. Goy in Goy et al., 1979 L. sigillatus (Stradner, 1961) Prins in Grün, Prins & Zwelli, 1974 emend. Goy, 1981 L. umbriensis Mattioli, 1996
D. Pyrophyta Pascher, 1914	Schizosphaerellaceae Deflandre, 1959	Schizosphaerella Deflandre & Dangeard, 1938	Schizosphaerella sp.
INCERTAE SEDIS			
		Orthogonoides Wiegand, 1984b	O. hamiltoniae Wiegand, 1984b

**Figura 6.7.-** Esquema con las divisiones taxonómicas, que incluye todas las especies identificadas.

**Figure 6.7.-** Scheme with the taxonomic divisions, including all the species identified.

División **Prymnesiophyta** HIBBERD, 1976

Clase **Prymnesiophyceae** HIBBERD, 1976

Orden **Eiffellithales** ROOD, HAY & BARNARD, 1971

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1971, p. 248): “*Coccoliths with a simple marginal area (eiffellithalid rim) consisting solely of a double cycle of elements; the two cycles are superimposed in such a way that they appear as a single cycle in most proximal and distal views, a suture being visible only on the inner surface of the circlet, facing the central area. Central area structures are variable, consisting of a cross, bar, or more complex feature which may be surmounted by a spine*”.

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1971, p. 248): Cocolitos con un área marginal simple (anillo eiffellitálido), constituidos únicamente por un ciclo doble de elementos; los dos ciclos están superpuestos de tal forma que parecen uno solo en las vistas más distales y proximales, y la sutura entre ambos es visible únicamente en la superficie interna del anillo, en la zona del área central. Las estructuras internas de este área son variadas, consistiendo en una cruz, una barra, o una estructura más compleja que puede soportar una espina.

Familia **Chiastozygaceae** ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* VAROL & GIRGIS, 1994

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 370): “*Cocoliths with an eiffellithalid rim having a central structure consisting of a cross aligned in the equal axes of the ellipse*”.

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 370): Cocolitos con un borde tipo eiffellitálido, con una estructura central que consiste en una cruz alineada con los ejes de la elipse.

*Observaciones:* Cocolitos constituidos por dos escudos, un escudo distal alto y un escudo proximal fino que puede presentar extensiones distales. Dependiendo de la especie, los elementos que componen el escudo distal pueden aparecer imbricados o no-imbricados. Dentro de esta familia, se han identificado los géneros *Crepidolithus* y *Tubirhabdus*.

Género **Crepidolithus** NOËL, 1965a

*Especie tipo:* *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE, 1954) NOËL, 1965a

*Diagnosis* (NOËL, 1965a, pp. 84-85): “*Coccolithe elliptique, en plaque masive, plus ou moins renflé, sans bord surélevé constituant une couronne marginale, constitué de pièces de calcite rhomboédriques verticales ou sub-verticales, juxtaposées, reposant sur un plancher formé de lamelles de calcite horizontales*”

*Diagnosis* (NOËL, 1965a, pp. 84-85): Cocolito elíptico, un disco masivo, más o menos hinchado, con un borde alto que forma una corona marginal constituida por elementos romboédricos de calcita verticales o subverticales, yuxtapuestos, sobre una base de láminas horizontales de calcita.

*Descripción*: Género caracterizado por contener cocolitos altos, macizos y con un anillo muy amplio, y que está incluido dentro del grupo morfológico de los loxolitos (BLACK, 1972). El grado de inclinación de los elementos que constituyen los cocolitos de este género varía dependiendo de la especie, desde subvertical a prácticamente horizontal. Su área central puede estar abierta, rellena de pequeños gránulos, ocupada por una estructura central y/o una espina, práctica o totalmente cerrada, dependiendo de la especie.

*Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973

(Lám. 1, fig. 1; Lám. 4, fig. 1)

- 1969 *Crepidolithus cavus* PRINS, lám. 1, fig. 4c [non figs. 4a-b] [*nomen nudum*].  
 1973 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, p. 375, lám. 2, fig. 5.  
 1974 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BARNARD & HAY, lám. 4, fig. 2.  
 1974 *Crepidolithus impontus* GRÜN, PRINS & ZWEILI, pp. 310-311, lám. 21, figs. 1-3.  
 1977 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; HAMILTON, lám. 3, fig. 12.  
 1979 *Crepidolithus impontus* PRINS & ZWEILI; emend. GOY in GOY, NOËL & BUSSON, p. 39, lám. 2, fig. 2.  
 1981 *Crepidolithus impontus* PRINS & ZWEILI; GOY, pp. 28-29, lám. 6, figs. 2-8; lám. 7, fig. 1; text-fig. 5.  
 1982 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; GASPARIKOVÁ, lám. 63, figs. 7,9-12.  
 1982 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; HAMILTON, lám. 3.1, fig. 2.  
 1984 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; CRUX, figs. 11 (7-8); figs. 14 (3-4).  
 1985 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; PERCH-NIELSEN, fig 5 (41); fig. 33 (27).  
 1987b *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BOWN, pp. 13-16, lám. 1, figs. 4-5; lám. 12, figs. 3-4.  
 p.p. 1987b *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; CRUX, p. 94, lám. 1, figs. 19-20 [non fig. 24].  
 1988 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BOWN, COOPER & LORD, lám. 1, figs. 12-13.  
 1990 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; COBIANCHI, p. 140, fig. 51.  
 1992 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; COBIANCHI, p. 103, fig. 22h.  
 non 1992a *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BALDANZA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 4.  
 1994 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; GARDIN & MANIVIT, lám. 1, figs. 7-8.  
 non 1995 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; MATTIOLI, lám. 1, figs. 6-7.  
 1998 *Crepidolithus impontus* (PRINS & ZWEILI) GOY; BOWN & COOPER, lám. 4.1, figs. 4-5; lám. 4.9, figs. 6-7.  
 non 2003 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, fig. 11.11.  
 2006 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; PERILLI & DUARTE, lám. 2, fig. 16.  
 non 2007 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BOUR, MATTIOLI & PITTET, lám. 5, fig. 7.  
 2007a *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 234,236, lám. 1, fig. 2.  
 non 2007a *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3a.

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 375): "A species of *Crepidolithus* with a bridge in the minor axis of the elliptical central area".

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 375): Una especie de *Crepidolithus* con un puente a lo largo del eje menor del área central elíptica.

*Descripción*: Cocolito muy amplio, de forma subelíptica a elíptica. Su escudo distal está constituido por entre veinticinco y treinta elementos subrectangulares ligeramente imbricados, y su escudo proximal está formado por elementos cuadrados que se extienden distalmente para formar un ciclo interno tangencial al escudo distal. El área central elíptica y amplia, no presenta estructuras claramente visibles aunque, en ocasiones, se puede reconocer un vestigio de puente paralelo a su eje menor (Lám. 1, fig. 1). Al cruzar los nícoles del LM, esta especie muestra colores de birrefringencia de primer orden, que varían del blanco al gris, y un brillo alto (Lám. 4, fig. 1).

*Dimensiones*: Longitud: 4,1 - 6,8  $\mu\text{m}$  (media: 5,5  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 2,9 - 5,2  $\mu\text{m}$  (media: 3,8  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 1).

*Discusión*: *Crepidolithus cavus* se distingue de *Crepidolithus* sp. 1 por tener una forma elíptica y una figura de interferencia sin enrollamiento helicoidal, al cruzar los nícoles. La diferencia principal entre *C. pliensbachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN, 1987b y *C. cavus* es el puente que posee esta última especie siguiendo el eje menor de la elipse. *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b se distingue de *C. cavus* por poseer un área central rellena de microgránulos de calcita.

*Distribución geográfica y estratigráfica*:

- Francia y Suiza. FO: Toarciense Inferior, LO: Toarciense Inferior (GRÜN *et al.*, 1974; GOY *et al.*, 1979; GOY, 1981); FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Aalenense Inferior (GARDIN, 1997).
- Italia. FO: Hettangiense Inferior, LO: Zona Erbaense (Toarciense Superior) (COBIANCHI, 1990, 1992).
- NO de Europa. FO: Zona Raricostatum (Sinemuriense Superior) (PRINS, 1969); FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (BARNARD & HAY, 1974; BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
- Portugal. FO: Sinemuriense Inferior, LO: Toarciense Inferior (HAMILTON, 1977).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *C. cavus* presenta un registro más continuo y una mayor abundancia relativa en las secciones de Tudanca y Santotis, que en Camino y San Andrés.

Los mismos resultados fueron obtenidos por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a, 2008b) y PERILLI *et al.* (2010) para las cuatro secciones mencionadas.

- En Asturias, *C. cavus* se ha identificado en las dos secciones estudiadas, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja a lo largo de ambos intervalos.
  - Sección de E Rodiles. FO: Zona Raricostatum, Subzona Aplanatum (Sinemuriense Superior).

*Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) NOËL, 1965a  
(Lám. 1, figs. 2-3; Lám. 4, figs. 2-3)

- 1954 *Discolithus crassus* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, p. 144, lám. 15, figs. 12-13; text-fig. 49.  
 1961 *Discolithus crassus* DEFLANDRE; STRADNER, p. 79, figs. 16-18.  
 1963 *Discolithus crassus* DEFLANDRE; STRADNER, p. 7, lám. 2, fig. 14.  
 1965a *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL, pp. 85-91, lám. 2, figs. 3-7; lám. 3, figs. 1,3-5 [non fig. 2]; text-figs. 17-21.  
 1965b *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; NOËL, figs. 17,18a-c, 20,21 [non fig. 19].  
 p.p. 1969 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; PRINS, p. 551, lám. 1, figs. 5a-b [non fig. 5c].  
 1969 *Crepidolithus cavus* PRINS, lám. 1, figs. 4a-b [nomen nudum].  
 1969 *Crepidolithus crucifer* PRINS, lám. 1, fig. 3b [nomen nudum].  
 1971 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; ROOD, HAY & BARNARD, lám. 2, fig. 7.  
 non 1974 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; BARNARD & HAY, lám. 4, fig. 11.  
 1974 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; GRÜN, PRINS & ZWEILI, p. 310, lám. 20, figs. 1-3.  
 1976 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; THIERSTEIN, lám. 2, figs. 6-7.  
 1977 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; HAMILTON, lám. 3, fig. 11.  
 1979 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; MEDD, p. 54, lám. 1, fig. 7 [non fig. 8].  
 1979 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; GOY, NOËL & BUSSON, lám. 2, fig. 1.  
 1980 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; GRÜN & ZWEILI, p. 289, lám. 13, figs. 3-5.  
 1981 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; GOY, pp. 26-27, lám. 5, figs. 8,10,11 [non fig. 9]; lám. 6, fig. 1.  
 1982 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; GASPARIKOVÁ, lám. 63, figs. 1,2,4,5,8.  
 1982 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; HAMILTON, lám. 3.1, figs. 3-4.  
 p.p. 1984 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; CRUX, p. 181, figs. 11 (1,2,4); fig. 14 (2) [non fig. 14 (1)].  
 1984a *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; WIEGAND, lám. 1, fig. 6.  
 1985 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; PERCH-NIELSEN, figs. 33 (15,16,23) [non fig. 5 (40)].  
 1986 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; YOUNG, TEALE & BOWN, lám. 1, fig. M.  
 1987a *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; BOWN, lám. 1, figs. 1-2.  
 1987b *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; BOWN, pp. 16-17, lám. 1, figs. 6-11; lám. 12, figs. 5-6.  
 p.p. 1987b *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; CRUX, p. 94, lám. 1, figs. 17,18 [non fig. 21].  
 1988 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; BOWN, COOPER & LORD, lám. 1, figs. 6-7.  
 1988 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; ANGELOZZI, p. 142, lám. 2, figs. 4-5.  
 1990 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; COBIANCHI, p. 140, fig. 5m.  
 1990 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; ERBA, lám. 2, figs. 1-2.  
 1992 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; COBIANCHI, pp. 103-104, fig. 22m.  
 1992a *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; BALDANZA & MATTIOLI, lám. 2, fig. 26.  
 1993 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; MATTIOLI, lám. 1, figs. 3-4.  
 1994 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; GARDIN & MANIVIT, lám. 1, figs. 3-4.  
 1995 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; LOZAR, lám. 1, figs. 5-8.  
 1995 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; MATTIOLI, lám. 1, figs. 3-4.  
 1995 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; STOICO & BALDANZA, lám. 4, figs. 7-8.  
 1996 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 2, figs. 10-11.  
 1997 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; GARDIN, lám. 40, fig. 8.  
 1998 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; BOWN & COOPER, lám. 4.9, figs. 1-2.  
 1999 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; MATTIOLI & ERBA, lám. 1, fig. 8.  
 2002 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, fig. 17.  
 non 2003 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, fig. 11.11.  
 2005 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 3, figs. 13-14.  
 2007 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; BOUR, MATTIOLI & PITTET, lám. 1, fig. 5 [non lám. 4, fig. 6].  
 2007a *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 232-233, lám. 1, fig. 1.  
 2007a *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3b.  
 2007b *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 5n-o.  
 2007c *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 1.13-1.14.  
 2008 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, figs. 5.11-5.12.

2008a *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.1.

2008 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; MATTIOLI, PITTET, SUAN & MAILLIOT, fig. 7.4.

*in litt.* *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; FRAGUAS & ERBA, fig. 3a.

*Original diagnosis* (DEFLANDRE *in* DEFLANDRE & FERT, 1954, p. 144): “*Elliptique un peu allongé, épais et sans bord surélevé, orné d’une ligne médiane longitudinale ondulée, interrompue, au centre, de nervures latérales divergentes et de ponctuations (? perforations) peu nombreuses*”.

*Diagnosis original* (DEFLANDRE *in* DEFLANDRE & FERT, 1954, p. 144): Una elipse bastante alargada, gruesa y sin un borde elevado, adornada con una línea longitudinal ondulada central, interrumpida en el centro por costillas laterales divergentes y puntos (¿perforaciones?) poco abundantes.

*Emended diagnosis* (NOËL, 1965a, p. 88): “*Crepidolithus typique*”.

*Diagnosis enmendada* (NOËL, 1965a, p. 88): Un *Crepidolithus* típico.

*Descripción:* *Crepidolithus* de aspecto masivo y gran tamaño, con una forma que puede variar entre elíptica y subcircular, y un área central generalmente cerrada. Los taxones de este género poseen un anillo simple de tipo loxolito, en el que su alto escudo distal está constituido por entre treinta y treinta y cinco elementos rectangulares imbricados (Lám. 1, fig. 2). No ha sido posible observar su escudo proximal en detalle. Utilizando el LM, en vista distal, se reconoce un largo surco central paralelo al eje mayor que atraviesa el cocolito (Lám. 4, figs. 2-3) y, en ocasiones, puede incluir una o más perforaciones en su zona central. Al cruzar los nícoles, presenta colores de birrefringencia de primer orden, que varían entre el amarillo y el blanco brillante.

*Dimensiones:* Longitud: 4,9 - 10,6  $\mu\text{m}$  (media: 7,1  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 3,2 - 6,8  $\mu\text{m}$  (media: 4,9  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 2).

*Discusión:* Algunos autores (NOËL, 1965a; BOWN, 1987b) han establecido un concepto muy amplio de *C. crassus*, incluyendo formas con el área central abierta, e incluso rellena de diferentes estructuras. En nuestra opinión, *C. crassus* se caracteriza por tener un área central total o prácticamente cerrada, y un surco central paralelo a su eje mayor. Estas dos características diferencian a *C. crassus* de *C. cavus*, que presenta un área central amplia y subelíptica con un puente paralelo al eje menor del cocolito. La estructura en forma de cruz que incluye su área central alargada y estrecha, es la diferencia principal entre *C. crucifer* PRINS *ex* ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* FRAGUAS & ERBA, *in litt.* y *C. crassus*. Así mismo, *C. plienschachensis* se diferencia por su forma más redondeada y por poseer una delgada espina central, y *C. granulatus* por tener un área central rellena de microgránulos.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Francia. FO: Sinemuriense Superior, LO: Kimmeridgiense Superior (GARDIN, 1997).
- Italia. FO: Sinemuriense Superior, LO: Zona Discites (Bajociense Inferior) (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Hettangiense superior (LOZAR, 1992, 1995); FO: Zona Raricostatum (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior) (PRINS, 1969); FO: Sinemuriense Superior, LO: Toarciense Superior (BOWN, 1987b); FO: Sinemuriense Superior, LO: Titónico Inferior (BOWN & COOPER, 1998); FO: Sinemuriense Superior, LO: Kimmeridgiense Superior (BOWN *et al.*, 1988).
- Portugal. FO: Sinemuriense Inferior, LO: Bajociense (HAMILTON, 1979); FO: Sinemuriense Inferior, LO: Bajociense Inferior (BOWN, 1987b); FO: Sinemuriense Inferior, LO: Toarciense Superior (HAMILTON, 1977).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *C. crassus* se ha reconocido en las cuatro secciones estudiadas con un registro continuo y una abundancia muy elevada, desde la primera muestra analizada hasta la última. En Tudanca, los primeros especímenes pertenecientes a esta especie se han identificado en los materiales del Sinemuriense Superior.

Los mismos resultados fueron publicados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b, 2008a, 2008b), PERILLI *et al.* (2010) y FRAGUAS & ERBA (*in litt.*).

- En Asturias, *C. crassus* se ha identificado con un registro continuo y una elevada abundancia relativa, que es progresivamente más alta hacia el techo de las dos secciones investigadas.
- Sección de E Rodiles. FO: Zona Obtusum, Subzona Obtusum (Sinemuriense Superior).

*Crepidolithus crucifer* PRINS *ex* ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* FRAGUAS & ERBA, *in litt.*

(Lám. 1, fig. 4; Lám. 4, figs. 4-5)

- 1965a *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL, pp. 85-91, lám. 3, fig. 2.  
 1965b *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; NOËL, fig. 19.  
 1969 *Crepidolithus crucifer* PRINS, lám. 1, fig. 3a [*non* fig. 3b] [*nomen nudum*].  
 1973 *Crepidolithus crucifer* PRINS *ex* ROOD, HAY & BARNARD, p. 374, lám. 2, fig. 4.  
 1974 *Crepidolithus crucifer* PRINS *ex* ROOD, HAY & BARNARD; BARNARD & HAY, lám. 4, fig. 5.  
 1977 *Crepidolithus crucifer* PRINS *ex* ROOD, HAY & BARNARD; HAMILTON, lám. 3, fig. 10.  
 1979 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; MEDD, p. 54, lám. 1, fig. 8.  
 1981 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; GOY, pp. 26-27, lám. 5, fig. 9.  
 1982 *Crepidolithus crucifer* PRINS *ex* ROOD, HAY & BARNARD; HAMILTON, lám. 3.1, fig. 1.  
 p.p. 1984 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; CRUX, fig. 14 (1).  
 1985 *Crepidolithus crucifer* PRINS *ex* ROOD, HAY & BARNARD; PERCH-NIELSEN, fig. 33 (28).  
 1987b *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; CRUX, p. 94, lám. 1, fig. 21.  
 1994 *Crepidolithus* sp. NOËL (1973); GARDIN & MANIVIT, lám. 1, figs. 13-14.  
 2003 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, fig. 11.11.  
 2007 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; BOUR, MATTIOLI & PITTET, lám. 4, fig. 6.  
*in litt.* *Crepidolithus crucifer* PRINS *ex* ROOD, HAY & BARNARD; *emend.* FRAGUAS & ERBA, fig. 3b.

*Original diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 374): "A species of *Crepidolithus* with a cruciform structure in its central area".

*Diagnosis original* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 374): Una especie de *Crepidolithus* con una estructura cruciforme en su área central.

*Emended diagnosis* (FRAGUAS & ERBA, *in litt.*): "A robust, thick and elliptical species of *Crepidolithus* with a relatively narrow and large central area, filled by a structure consisting of a cross aligned along the major and minor axes of the ellipse that sometimes appears weakly developed".

*Diagnosis enmendada* (FRAGUAS & ERBA, *in litt.*): Una especie de *Crepidolithus* robusta, maciza y elíptica con un área central relativamente estrecha y alargada, rellena por una estructura en forma de cruz alineada con los ejes mayor y menor de la elipse, que en ocasiones aparece débilmente desarrollada.

*Descripción:* *Crepidolithus* elíptico y amplio cuya longitud es aproximadamente el doble de su anchura. Su escudo distal alto está constituido por entre veintidós y veintisiete elementos rectangulares dispuestos subverticalmente (Lám. 1, fig. 4). No ha sido posible observar su escudo proximal en detalle. Su área central, también elíptica, estrecha y alargada, contiene una estructura en forma de cruz alineada según los ejes mayor y menor de la elipse que, en ocasiones, muestra un desarrollo débil e irregular, probablemente debido a las alteraciones diagenéticas, y aparece en forma de granos diminutos e irregulares (Lám. 4, figs. 4-5). Utilizando el LM, con los nícoles cruzados, *C. crucifer* muestra un patrón de extinción unicíclico con un amplio rango de grises, y un brillo que varía entre bajo y medio.

*Dimensiones:* Longitud: 7,3 - 12,5  $\mu\text{m}$  (media: 9,1  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 4,3 - 7,9  $\mu\text{m}$  (media: 6,1  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 3).

*Discusión:* *Crepidolithus crucifer* se distingue de *C. crassus* por su mayor tamaño y la estructura en forma de cruz que presenta su área central. Así mismo, se diferencia de *C. granulatus* por poseer un área central elíptica y menos abierta, con una estructura generalmente más definida.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- NO de Europa. FO: Zona Bucklandi (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Jamesoni (Pliensbachiense Inferior) (PRINS, 1969); FO: Zona Angulata (Hettangiense), LO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior) (BARNARD & HAY, 1974).
- Portugal. FO: Zona Turneri (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachiense Inferior) (HAMILTON, 1977).



- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *C. crucifer* se ha identificado en todas las secciones estudiadas, con un registro poco continuo y una baja abundancia relativa. Esta especie presenta un registro más continuo y una mayor abundancia relativa en Santotis, que en ninguna otra sección investigada.

Los mismos resultados fueron encontrados por FRAGUAS & ERBA (*in litt.*) en la sección de Santotis.

- En Asturias, *C. crucifer* se ha identificado en las dos secciones estudiadas. En E Rodiles, muestra un registro prácticamente continuo y una baja abundancia relativa desde la Zona Jamesoni, Subzona Brevispina, donde se han reconocido los primeros especímenes pertenecientes a esta especie, hasta el techo de la sección. Es importante destacar que en las muestras correspondientes a las zonas Davoei y Margaritatus, esta especie presenta una mayor abundancia relativa y un registro más continuo. En O Rodiles, *C. crucifer* se ha identificado de una manera continua y con una baja abundancia relativa en todo el intervalo.

- Sección de E Rodiles. FO: Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni (Pliensbachiense Inferior).

### *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b

(Lám. 1, fig. 5; Lám. 4, figs. 6-7)

- 1969 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NOËL; PRINS, lám. 1, fig. 5c.  
1977 *Ethmorhabdus* aff. *E. gallicus* NOËL, 1965a; HAMILTON, lám. 1, figs. 4-6.  
1987b *Crepidolithus granulatus* BOWN, p. 17, lám. 1, figs. 12-15, lám. 12, figs. 7-8.  
non 1995 *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b; STOICO & BALDANZA, lám. 4, fig. 6.  
1998 *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b; BOWN & COOPER, lám. 4.1, figs. 2-3; lám. 4.9, figs. 3-5.  
2002 *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, figs. 18-19.  
2005 *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 3, fig. 15.  
2006 *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b; PERILLI & DUARTE, lám. 1, fig. 15.  
2007a *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 236-237, lám. 1, fig. 3.  
2007b *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 5p.  
2007c *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 1.15.

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 17): "A species of *Crepidolithus* which possesses a relatively low rim, narrow to moderately thick, and composed of elements which may be subvertical to steeply inclined; the central area is wide and completely filled with a floor of granular calcite rhombs. A small central boss or pore may also be present".

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 17): Una especie de *Crepidolithus* que posee un borde relativamente bajo, estrecho a moderadamente grueso, que está constituido por elementos que pueden ser subverticales a fuertemente inclinados; el área central es ancha y está completamente rellena con una base granular de rombos de calcita. Un pequeño poro central puede estar presente.

*Descripción:* Cocolito de forma elíptica, que en el material estudiado presenta un tamaño relativamente grande dentro del género *Crepidolithus*. Su escudo distal está constituido por cerca de cuarenta elementos dispuestos subverticalmente. Su área central es elíptica y está rellena de numerosos gránulos de calcita de tamaños variables, entre pequeños y diminutos (Lám. 1, fig. 5). El escudo proximal no ha sido observado en detalle. Al cruzar los nícoles del LM, *C. granulatus* presenta colores de birrefringencia de primer orden, casi siempre tendentes al blanco brillante, especialmente en la zona externa y en los microgránulos del área central (Lám. 4, figs. 6-7).

*Dimensiones:* Longitud: 5,6 - 8,9  $\mu\text{m}$  (media: 6,9  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 3,3 - 5,7  $\mu\text{m}$  (media: 4,3  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 4).

*Discusión:* *Crepidolithus granulatus* se diferencia de otros *Crepidolithus* por los diminutos gránulos que rellenan su área central. En los casos en que *C. crucifer* presente la cruz de su estructura central mal preservada, observándose pequeñas placas de calcita en lugar de una cruz, ambas especies se distinguen por su tamaño, que es aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  mayor en *C. crucifer*, y por la morfología del área central, que es ampliamente elíptica en *C. granulatus*.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- NO de Europa. FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior) (BOWN, 1987b; BOWN & COOPER, 1998); FO: Zona Oxynotum (Sinemuriense Superior), LO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior) (BOWN & YOUNG, 1997).
- Portugal. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (HAMILTON, 1977).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *C. granulatus* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja a lo largo del intervalo.

Los mismos resultados fueron obtenidos por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a).

- En Asturias, *C. granulatus* se ha reconocido en las dos secciones investigadas con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja.
  - Sección de E Rodiles. FO: Zona Jamesoni, Subzona Brevispina (Pliensbachense Inferior).

*Crepidolithus plienschachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN, 1987b  
(Lám. 4, figs. 8-9)

1965a *Parhabdolitus liasicus* DEFLANDRE, 1952; NOËL, lám. 4, fig. 7.

1969 *Bidiscorhabdus ocellatus* PRINS, lám. 2, fig. 7a [*nomen nudum*].

1984 *Crepidolithus ocellatus* CRUX, p. 181, figs. 14 (6-7).

- 1985 *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, p. 31.  
1987b *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, 1985; CRUX, p. 95, lám. 1, figs. 22-23.  
1987b *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, 1985; *emend.* BOWN, pp. 17-18, lám. 12, figs. 9-10.  
1992 *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN; COBIANCHI, p. 104, figs. 22 i-l.  
1992a *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN; BALDANZA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 3.  
1995 *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN; STOICO & BALDANZA, lám. 4, fig. 5.  
1998 *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN; BOWN & COOPER, lám. 4.9, figs. 11-12.  
1999 *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN; MATTIOLI & ERBA, lám. 1, fig. 7.  
2007a *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, p. 237, lám. 1, fig. 4.  
2008a *Crepidolithus plienschbachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.2.

*Original diagnosis* (CRUX, 1984, p. 181): "A species of *Crepidolithus* with a bridge-forming spine base".

*Diagnosis original* (CRUX, 1984, p. 181): Una especie de *Crepidolithus* con un puente formando la base de la espina.

*Emended diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 17): "An elliptical coccolith with a broad rim constructed from subvertical to vertical elements and a narrow lenticular central area from which a long spine protudes".

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987b, p. 17): Un cocolito elíptico con un amplio borde constituido por elementos de verticales a subverticales, y con un área central lenticular estrecha de la cual surge una larga espina.

*Descripción*: Cocolito de morfología elíptica, grande y con un área central reducida. Desde su área central se alza una espina delgada que, en vista distal, tiene una sección de circular a lenticular, dependiendo del tamaño del cocolito. Al cruzar los nícoles, dicha protuberancia presenta unos colores de birrefringencia de primer orden tendentes al color blanco brillante, y está dividida en cuatro zonas o cuadrantes por dos líneas de extinción oblicuas (Lám. 4, figs. 8-9). El resto del cocolito muestra colores de birrefringencia de segundo orden, abarcando un amplio rango de grises. Debido a su escasa abundancia, no ha sido posible observar esta especie con el SEM.

*Dimensiones*: Longitud: 5,2 - 8,3  $\mu\text{m}$  (media: 6,7  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 3,8 - 5,9  $\mu\text{m}$  (media: 4,7  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 5).

*Discusión*: Teniendo en cuenta los trabajos existentes sobre los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior, *C. plienschbachensis* es considerada la especie más antigua del género *Crepidolithus*, y su estructura central es lo que la distingue de otros taxones del mismo género. La diferencia principal entre *C. plienschbachensis* y *P. l. liasicus* DEFLANDRE, 1952, BOWN, 1987b radica en que esta última especie es más pequeña, y presenta un área central elíptica con una espina relativamente más robusta.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania. FO: Sinemuriense Inferior, LO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior) (CRUX, 1984).
  - Italia. FO: Sinemuriense Superior, LO: Zona Concavum (Aalenense Superior) (COBIANCHI, 1990, 1992).
  - NO de Europa. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior) (CRUX, 1987b; BOWN, 1987b; BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
  - En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *C. plienschachensis* se ha reconocido en las secciones de Tudanca, Santotis y Camino, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja hasta su última aparición. En Tudanca, los primeros especímenes de esta especie se han identificado en los materiales correspondientes a la Zona Raricostatum.
    - Sección de Tudanca. LO: Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni (Pliensbachense Inferior).
    - Sección de Santotis. LO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior).
    - Sección de Camino. LO: Zona Ibex, Subzona Valdani (Pliensbachense Inferior).
- Los mismos resultados fueron mostrados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a).
- En Asturias, *C. plienschachensis* se ha identificado únicamente en la sección de E Rodiles, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja. Los primeros especímenes de esta especie se han encontrado en los materiales correspondientes a la Zona Obtusum, Subzona Obtusum (Sinemuriense Superior); LO: Zona Ibex, Subzona Valdani (Pliensbachense Inferior).

*Crepidolithus* sp. 1

(Lám. 1, fig. 6; Lám. 4, figs. 10-11)

- 1974 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NÖEL; BARNARD & HAY, lám. 4, fig. 11.
- 1985 *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE) NÖEL; PERCH-NIELSEN, fig 5 (40).
- p.p. 1987b *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; CRUX, p. 94, lám. 1, fig. 24.
- 1992a *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BALDANZA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 4.
- 1994 *Crepidolithus sulcus* GARDIN & MANIVIT, lám. 1, figs. 5-6.
- 1995 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; MATTIOLI, lám. 1, figs. 6- 7.
- 1995 *Crepidolithus granulatus* BOWN; STOICO & BALDANZA, lám. 4, fig. 6.
- 2003 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, fig. 11.10.
- 2005 *Crepidolithus impontus* (PRINS & ZWEILI) GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 3, fig. 16.
- 2007 *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BOUR, MATTIOLI & PITTET, lám. 5, fig. 7.
- 2007a *Crepidolithus perforatus* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 237-238, lám. 1, fig. 5.
- 2007a *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3a.
- 2007b *Crepidolithus impontus* (PRINS & ZWEILI) GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 5q.
- 2007c *Crepidolithus impontus* (PRINS & ZWEILI) GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 1.16.

*Localidad tipo:* Tudanca (Cuenca Vasco-Cantábrica).

*Estratotipo*: TUD.231C, niveles centrales de un banco margoso de unos 3 metros de espesor, con intercalaciones muy finas de calizas margosas.

*Holotipo*: Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencia Geológicas, Universidad Complutense de Madrid (Lám. 1, fig. 6).

*Diagnosis*: “Una especie de *Crepidolithus* subelíptica de tamaño medio con un área central abierta y hueca. Presenta un escudo proximal que se extiende distalmente pareciendo el ciclo interno del escudo distal. El distinto patrón de extinción en el borde bicíclico da lugar a una figura de interferencia con forma de espiral”.

*Descripción*: Cocolito con una forma entre subcircular y subelíptica, que posee un área central subcircular, abierta y hueca. Su escudo distal está constituido por entre veinte y veintidós elementos rectangulares imbricados (Lám. 1, fig. 6). No ha sido posible observar su escudo proximal en detalle. Con el LM, cruzando los nícoles y en vista distal, *Crepidolithus* sp. 1 muestra una figura de interferencia característica, que consiste en un enrollamiento helicoidal de sus bordes (Lám. 4, figs. 10-11), y posee un patrón de extinción bicíclico, ya que, mientras su zona interna muestra colores de birrefringencia de primer orden entre blanco y amarillento, el borde externo presenta tonalidades más oscuras tendentes al gris.

*Dimensiones*: Longitud: 5,2 - 8,1  $\mu\text{m}$  (media: 6,7  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 3,2 - 5,8  $\mu\text{m}$  (media: 4,5  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 6).

*Discusión*: *Crepidolithus* sp. 1 podría parecer un *C. crassus* con el área central excesivamente abierta. Sin embargo, no se trata de la única diferencia que existe entre ambas especies, ya que, *Crepidolithus* sp. 1 presenta además una figura de interferencia con un enrollamiento helicoidal característico. La misma diferencia existe entre *Crepidolithus* sp. 1 y *C. cavus*, que también posee un área central abierta y elíptica, aunque ligeramente más alargada en la que, en ocasiones, se puede reconocer una estructura transversal o puente.

*Distribución geográfica y estratigráfica*:

- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, esta especie se ha identificado en las cuatro secciones investigadas. En Tudanca y Santotis, *Crepidolithus* sp. 1 muestra un registro discontinuo y una baja abundancia relativa. Sin embargo, en Camino y San Andrés, presenta una alta abundancia relativa y un registro generalmente continuo. Su abundancia relativa es siempre mayor en la parte inferior de las secciones, y disminuye hacia el techo de las mismas.

En los trabajos de FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a) realizados en las secciones de Tudanca y Santotis, respectivamente, los especímenes pertenecientes a *Crepidolithus* sp. 1 fueron asignados a *Crepidolithus perforatus* MEDD, 1979 (GRÜN &

ZWEILI, 1980), cuya distribución estratigráfica no es compatible con la de otras especies identificadas en estas muestras.

- En Asturias, *Crepidolithus* sp. 1 está presente en las dos secciones estudiadas. En E Rodiles, muestra un registro discontinuo y una baja abundancia relativa desde su primera aparición hasta el techo de la sección. En O Rodiles, *Crepidolithus* sp. 1 se ha identificado de forma discontinua y con una baja abundancia relativa en los niveles inferiores de la sección, mientras que alrededor del límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum esta especie es más abundante y su registro es más continuo.

- Sección de E Rodiles. FO: Zona Raricostatum, Subzona Macdonnelli (Sinemuriense Superior).

Género ***Tubirhabdus*** PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973

Especie tipo: *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 373): "Narrowly elliptical eiffellithalid cocolith with a broadly oval to circular spinoid central structure in the minor axis of the margin".

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 373): Cocolito eiffellitálido estrechamente elíptico con una estructura central en forma de espina, entre ampliamente ovalada y circular, situada en el eje menor del margen.

*Descripción*: Al igual que el género *Crepidolithus*, *Tubirhabdus* está incluido dentro del grupo de los loxolitos (BLACK, 1972). Sus especímenes se caracterizan por poseer una espina en su área central que, al ser observada con un LM con los nícoles paralelos, tiene forma de botón y un color blanco brillante y, con los nícoles cruzados, muestra colores de birrefringencia oscuros y unas líneas de extinción irregulares.

*Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973

(Lám. 1, figs. 8-9; Lám. 5, figs. 1-2)

- 1969 *Tubirhabdus patulus* PRINS, lám. 1, figs. 10a-c [*nomen nudum*].
- 1973 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, pp. 373-374, lám. 2, fig. 3.
- 1974 *Tubirhabdus ?rhombicus* GRÜN, PRINS & ZWEILI, p. 309, lám. 20, figs. 4-6.
- 1974 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BARNARD & HAY, lám. 4, fig. 4.
- 1977 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; HAMILTON, lám. 4, fig. 12.
- 1979 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; MEDD, p. 45, lám. 9, fig. 9.
- 1979 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; *emend.* GOY, NOËL & BUSSON, p. 40, lám. 2, fig. 3.
- 1980 *Parhabdololithus ?rhombicus* GRÜN, PRINS & ZWEILI; GRÜN & ZWEILI, lám. 14, figs. 2-4.
- 1981 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; GOY, pp. 29-30, lám. 7, figs. 2-7; lám. 8, fig. 1; text-fig. 6.
- 1982 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; HAMILTON, lám. 3.1, figs. 16,20; lám. 3.4, fig. 10.

- 1984 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; CRUX, figs. 8 (1,2,4); fig. 13 (2).
- 1984a *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; WIEGAND, lám. 2, fig. 1.
- 1985 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; PERCH-NIELSEN, fig. 5 (29); fig. 12 (21).
- 1987a *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BOWN, lám. 1, figs. 3-4.
- 1987b *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BOWN, lám. 2, figs. 4-6; lám. 12, figs. 11-12.
- 1987b *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; CRUX, pp. 95-96, lám. 2, fig. 2.
- 1990 *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN, 1987b; COBIANCHI, p. 137, fig. 5a.
- 1990 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; COBIANCHI, p. 141, fig. 5n.
- 1990 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; ERBA, lám. 2, fig. 7.
- 1992 *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN, 1987b; COBIANCHI, p. 98, fig. 21b.
- 1992 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; COBIANCHI, p. 104, fig. 22n.
- 1994 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; GARDIN & MANIVIT, lám. 2, figs. 1-2.
- 1995 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; MATTIOLI, lám. 1, fig. 5.
- 1995 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; LOZAR, lám. 1, figs. 10-12.
- 1996 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 3, fig. 5.
- 1998 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BOWN & COOPER, lám. 4.1, figs. 13-15; lám. 4.9, figs. 18-19.
- 2003 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, fig. 11.26.
- 2005 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, figs. 31-32.
- 2006 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; PERILLI & DUARTE, lám. 2, fig. 5.
- 2007a *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 238-239, lám. 1, fig. 6.
- 2007b *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 6p-q.
- 2007c *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 2.15-2.16.
- 2008 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, figs. 5.35-5.36.
- 2008 *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; MATTIOLI, PITTET, SUAN & MAILLIOT, fig. 7.1.

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 373): “A small species of *Tubirhabdus* with a broadly open oval to circular central spine”.

*Diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 373): “Una especie pequeña de *Tubirhabdus* con una espina central, de ovalada a circular, ampliamente abierta”.

*Descripción*: Cocolito elíptico fácilmente reconocible en vista distal, por la presencia de un proceso central largo y circular, cuyo diámetro puede llegar a superar la mitad de la anchura del cocolito. Presenta un escudo distal relativamente fino constituido por elementos inclinados, y un escudo proximal fino. El área central está rellena por una espina circular (Lám. 1, fig. 9). En especímenes bien preservados, la espina se ensancha distalmente sobre el cocolito, dando lugar a un embudo alineado con el eje mayor de la elipse. Utilizando el LM, con los nícoles cruzados, *T. patulus* presenta colores de birrefringencia de primer orden tendentes al blanco brillante y, con menor frecuencia, muestra tonalidades más oscuras. Sus líneas de extinción aparecen curvadas, irregulares y son fundamentales para la identificación de esta especie. Con nícoles cruzados, el proceso central generalmente es de color negro (Lám. 5, fig. 1), mientras que, con nícoles paralelos, dicha estructura se observa como un botón blanco brillante (Lám. 5, fig. 2).



*Dimensiones:* Longitud: 4,0 - 6,9  $\mu\text{m}$  (media: 5,6  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 2,5 - 4,4  $\mu\text{m}$  (media: 3,5  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 7).

*Discusión:* *T. patulus* se diferencia de otras especies con procesos centrales como *C. pliensbachensis*, *P. liasicus liasicus* o *P. liasicus distinctus* DEFLANDRE, 1952, BOWN, 1987b, por la morfología de su espina, y la figura de interferencia que muestra con los nícoles cruzados.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alpes suizos. FO: Hettangiense Inferior, LO: Oxfordiense Inferior (GRÜN & ZWEILI, 1980).
- Francia. FO: Toarciense Inferior, LO: Oxfordiense Medio (GOY, 1981).
- Inglaterra. FO: Sinemuriense Inferior, LO: Oxfordiense Medio (MEDD, 1982).
- Italia. FO: Hettangiense Inferior, LO: Kimmeridgiense (COBIANCHI, 1992); FO: Zona Angulata (Hettangiense Superior) (LOZAR, 1995).
- NO de Europa. FO: Zona Angulata (Hettangiense Superior) (PRINS, 1969); FO: Hettangiense Inferior, LO: Calloviense Inferior (BARNARD & HAY, 1974); FO: Zona Angulata (Hettangiense Superior), LO: Zona Pallasioides (Titónico Superior) (BOWN, 1987a, 1987b; BOWN & YOUNG, 1997).
- Portugal. FO: Sinemuriense Inferior, LO: Toarciense Superior (HAMILTON, 1977).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, se ha identificado en las cuatro secciones investigadas. En Tudanca y Santotis, *T. patulus* muestra un registro continuo y una abundancia relativa muy baja a lo largo de ambos intervalos, mientras que en Camino y San Andrés, su registro es discontinuo pero su abundancia relativa es más alta.

Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a).

- En Asturias, *T. patulus* se ha identificado en las dos secciones estudiadas. En E Rodiles, muestra un registro discontinuo y una baja abundancia relativa, en la Zona Raricostatum, y presenta un registro más continuo y una mayor abundancia relativa hacia el techo de la sección. En O Rodiles, *T. patulus* se ha reconocido en todas las muestras analizadas con una alta abundancia relativa.

Orden **Stephanolithiales** BOWN & YOUNG, 1997

*Diagnosis* (BOWN & YOUNG, 1997, p. 23): “*Muroliths with a distal/outer-cycle composed of non-imbricating elements, i.e. in side-view, the sutures are vertical or near-vertical. This feature is not distinguishable from imbrication in the LM. The term protolith is applied to this rim structure*”.

*Diagnosis* (BOWN & YOUNG, 1997, p. 23): Murolitos con un ciclo distal/externo compuesto por elementos no imbricados, es decir, en vista lateral las suturas son

verticales o casi verticales. Esta disposición no es distinguible de la imbricación bajo el LM. El término protolito es aplicable a la estructura de este anillo.

Familia **Parhabdolithaceae** BOWN, 1987b

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 21): "*Coccoliths with a protolith rim structure, i.e. a rim typically consisting of a dominant and characteristic distal shield composed of laths arranged vertically and subvertically and tangentially to an ellipse with sutures perpendicular to the coccolith base; and a proximal shield composed of elements with a triangular cross-section which form a flat coccolith base with radiating sutures and also extend upwards to form an inner cycle to the distal shield*".

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 21): Cocolitos con un borde de estructura tipo protolito, es decir, un borde que consiste en un escudo distal dominante y característico compuesto por unas láminas dispuestas verticalmente o subverticalmente y tangencialmente a una elipse con suturas perpendiculares a la base del cocolito; y un escudo proximal compuesto por elementos con una sección triangular que forman un cocolito de base fina con suturas radiales que se extienden hacia arriba dando lugar a un ciclo interno en el escudo distal.

*Observaciones*: Cocolitos constituidos por un escudo distal macizo y alto formado por elementos subverticales que suelen estar ligeramente imbricados, y un escudo proximal fino. Dentro de esta familia, se han identificado los géneros *Calcivascularis*, *Crucirhabdus*, *Mitrolithus* y *Parhabdolithus*.

Género ***Calcivascularis*** WIEGAND, 1984b

*Especie tipo*: *Calcivascularis jansae* WIEGAND, 1984b

*Diagnosis* (WIEGAND, 1984b, p. 1152): "*A basket-shaped nannolith filled with a core consisting of many radially arranged elements*".

*Diagnosis* (WIEGAND, 1984b, p. 1152): Un nanolito con forma de canasta relleno por un núcleo con varios elementos organizados radialmente.

*Descripción*: Este género está incluido dentro del grupo de los protolitos (BOWN, 1987a). Sus especímenes están constituidos por elementos de calcita rectangulares y alargados, dispuestos radialmente a partir de un eje vertical, siendo ligeramente más largos los de la zona central, que dan lugar a una espina. Utilizando el LM, con los nícoles cruzados, este género muestra colores de birrefringencia de primer orden, tendentes al blanco.

*Calcivascularis jansae* WIEGAND, 1984b

(Lám. 1, fig. 10; Lám. 5, figs. 3-5)

- 1969 *Mitrolithus irregularis* PRINS, lám. 1, fig. 12 [*nomem nudum*].
- 1984b *Calcivascularis jansae* WIEGAND, pp.1151-1152, figs. 1a-g.
- 1984a *Calcivascularis jansae* WIEGAND, 1984b; WIEGAND, pp. 665-666, lám. 3, fig. 4.
- 1986 *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG *in* YOUNG, TEALE & BOWN, pp. 130-131, lám. 1, figs. A,D,G,H.
- 1987a *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; BOWN, lám. 3, fig. 4.
- 1987b *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; BOWN, p. 27, lám. 3, figs. 16-18; lám. 4, figs.1-3; lám. 13, figs. 1-4.
- 1989b *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; BOWN & COOPER, p. 99, lám 5.1, figs. 9-16.
- 1990 *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; COBIANCHI, p. 137, fig. 4l.
- 1992 *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; REALE, BALDANZA, MONECHI & MATTIOLI, lám. 1, figs. 1-4.
- 1992 *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; COBIANCHI, p. 96, fig. 20m.
- 1992a *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; BALDANZA & MATTIOLI, p. 135, lám. 1, figs. 11,14.
- 1995 *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; LOZAR, lám. 2, figs. 20-24.
- 1995 *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; STOICO & BALDANZA, lám. 4, figs. 2-3.
- 1997 *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; GARDIN, lám. 40, fig. 10.
- 1998 *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; BOWN & COOPER, lám. 4.2, figs. 15-16; lám. 4.10, figs. 21-23.
- 1999 *Mitrolithus jansae* (WIEGAND) BOWN & YOUNG; MATTIOLI & ERBA, lám. 1, figs. 14-15.
- 2002 *Calcivascularis jansae* WIEGAND; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, figs. 5-7.
- 2005 *Calcivascularis jansae* WIEGAND; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, figs. 24-25.
- 2006 *Calcivascularis jansae* WIEGAND; PERILLI & DUARTE, lám. 1, figs. 1-2.
- 2007a *Calcivascularis jansae* WIEGAND; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 246,248, lám. 2, fig. 2.
- 2007a *Calcivascularis jansae* WIEGAND; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3f.
- 2007b *Calcivascularis jansae* WIEGAND; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 6h-i.
- 2007c *Calcivascularis jansae* WIEGAND; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 2.8-2.9.
- 2008a *Calcivascularis jansae* WIEGAND; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.5.

*Diagnosis* (WIEGAND, 1984b, p. 1152): "A basket-shaped nannolith filled with a core consisting of many radially arranged elements".

*Diagnosis* (WIEGAND, 1984b, p. 1152): Un nanolito con forma de canasta relleno por un núcleo con varios elementos organizados radialmente.

*Descripción:* En el material estudiado, los especímenes de esta especie se identifican en vista lateral. Se trata de un cocolito cónico, constituido por elementos de calcita rectangulares y alargados, dispuestos radialmente a partir de un eje vertical, siendo ligeramente más largos los de la zona central. En el área central suelen presentar una espina, bastante alargada y relativamente ancha (Lám. 1, fig. 10). Utilizando el LM, con los nícoles cruzados, los elementos de calcita que constituyen el cocolito presentan distinto grado de birrefringencia mostrando un amplio rango de colores entre el blanco brillante y el gris (Lám. 5, figs. 3-5). Dentro de esta especie se han identificado diferentes morfologías dependiendo de su tamaño y la altura de sus elementos de calcita.

*Dimensiones:* Longitud del cocolito: 3,2 - 5,1  $\mu\text{m}$  (media: 4,3  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,1 - 3,5  $\mu\text{m}$  (media: 2,7  $\mu\text{m}$ ); Longitud de la espina: 3,8 - 6,2  $\mu\text{m}$  (media: 4,9  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 8).

*Discusión:* En ocasiones, *C. jansae* puede confundirse con *M. elegans* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954. La diferencia principal entre ambas especies es que *C. jansae* posee un anillo más alto y una espina central ligeramente más alta constituida por elementos alargados dispuestos radialmente.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Italia. FO: Zona Davoei (Pliensbachienne Inferior), LO: Zona Serpentinum (Toarciense Inferior) (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Margaritatus (Pliensbachienne Superior), LO: Zona Bifrons (Toarciense Inferior) (REALE *et al.*, 1992); FO: Zona Bucklandi (Sinemuriense Inferior) (LOZAR, 1995); FO: Zona Bucklandi (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Serpentinum (Toarciense Inferior) (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Davoei (Pliensbachienne Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachienne Superior) (PRINS, 1969); FO: Zona Spinatum (Pliensbachienne Superior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (BOWN, 1987b); FO: Zona Davoei (Pliensbachienne Inferior), LO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior) (CRUX, 1987b); FO: Zona Bucklandi (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (BOWN & YOUNG, 1997).
- Portugal. FO: Sinemuriense Inferior, LO: Zona Spinatum (Pliensbachienne Superior) (BOWN, 1987b).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *C. jansae* se ha identificado a lo largo del Pliensbachienne en las cuatro secciones estudiadas. En Tudanca, *C. jansae* presenta un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja desde la Zona Ibex, Subzona Valdani, hasta la Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus, a partir de la cual es muy abundante. En Santotis, muestra un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja durante todo el intervalo. En Camino y San Andrés se encuentra de manera continua y con una baja abundancia relativa, la cual aumenta notablemente a partir de la Zona Stokesi.

Los mismos resultados fueron mostrados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b, 2008a, 2008b) y PERILLI *et al.* (2010) para las cuatro secciones mencionadas. Sin embargo, en la Cordillera Ibérica y en la Cuenca Vasco-Cantábrica, PERILLI (2000) y PERILLI *et al.* (2004) situaron la FO y la LO de *C. jansae* en la Zona Jamesoni, Subzona Brevispina, y en la Zona Serpentinum, Subzona Strangewaysi, respectivamente.

- En Asturias, *C. jansae* se ha reconocido en las dos secciones estudiadas. En E Rodiles, se identifica desde su primera aparición hasta la última muestra analizada, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja en su base, que aumenta notablemente a partir de los niveles inferiores de la Zona Margaritatus. En O

Rodiles, *C. jansae* se reconoce de manera continua y con una abundancia relativa muy alta desde la primera muestra estudiada hasta su última aparición.

- Sección de E Rodiles. FO: Zona Raricostatum, Subzona Aplanatum (Sinemuriense Inferior).
- Sección de O Rodiles. LO: Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum (Toarciense Inferior).

Género ***Crucirhabdus*** PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* BOWN, 1987b

*Especie tipo:* *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* BOWN, 1987b.

*Original diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 367): “*Coccoliths with an eiffellithalid rim having a central structure in the form of a symmetrical cross in the major and minor axes of the ellipse, supported by one or more diagonal bars in each quadrant*”.

*Diagnosis original* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 367): Cocolitos con un borde eiffellitálico, y con una estructura central en forma de cruz simétrica siguiendo los ejes mayor y menor de la elipse, soportada por una o más barras diagonales en cada cuadrante.

*Emended diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 22): “*Protolith coccoliths with a relatively high, narrow distal shield composed of vertical to subvertical elements and a proximal shield which is a thin basal disc composed of rectangular elements with triangular distal extensions forming a tangential inner cycle to the distal shield. The central area is spanned by a cross, aligned along the principal axes of the ellipse, which may be supported by one or more diagonal bars in each quadrant. The centre of the cross supports a tall, hollow spine*”.

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987b, p. 22): Cocolitos de tipo protolito con un escudo distal relativamente alto y estrecho constituido por elementos verticales a subverticales, y un escudo proximal que consiste en un disco basal delgado compuesto de elementos rectangulares, con extensiones distales triangulares que dan lugar a un ciclo interior tangencial al escudo distal. El área central está ocupada por una cruz alineada a lo largo del eje principal de la elipse, que puede estar soportada por una o más barras diagonales en cada cuadrante. El centro de la cruz soporta una espina hueca y alargada.

*Descripción:* Género perteneciente al grupo morfológico de los protolitos (BOWN, 1987b), que presenta una estructura en forma de cruz en el interior de su área central. En vista lateral, este cocolito es relativamente alto y está constituido por elementos de

subverticales a verticales y una espina central. Este género es altamente birrefringente y, en el material estudiado, tiene un tamaño generalmente pequeño, por lo que, en ocasiones, no es posible identificar la estructura central.

*Crucirhabdus minutus* JAFAR, 1983 ex BOWN, 1987b  
(Lám. 5, fig. 6)

1983 *Crucirhabdus minutus* JAFAR, p. 247, figs. 12 (7-10b,18).

1985 *Crucirhabdus minutus* JAFAR; PERCH-NIELSEN, figs. 2 (5,6).

1987b *Crucirhabdus minutus* JAFAR ex BOWN, pp. 22-23, lám. 12, figs. 15-16.

2007a *Crucirhabdus minutus* JAFAR ex BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 243-244, lám. 1, fig. 12.

*Abstracted “diagnosis”* (abstracted from the LM description of JAFAR, 1983, p. 247, who proposed no normal diagnosis): “*Tiny, broadly elliptical coccoliths (size range: 1.6 - 2.4  $\mu$ m) which show similar morphological features under normal and crossed nicols as C. primulus but, unlike C. primulus, the two knobs visible along the minor axes of the coccolith are somewhat rounded, and distinct extinction lines demarcate equally large knobs at both ends of the major axis*”.

*“Diagnosis” resumida* (extraída de la descripción con LM de JAFAR, 1983, p. 247, quien propuso una diagnosis no formal): Cocolitos diminutos, generalmente elípticos (rango de tallas: 1,6 - 2,4  $\mu$ m) que muestran características morfológicas similares a *C. primulus* bajo nícoles cruzados y paralelos pero, al contrario que éste, las dos placas visibles a lo largo del eje menor del cocolito son redondeadas, y las líneas de extinción distintas demarcan las placas igualmente grandes en ambos extremos del eje mayor.

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 22): “*A extremely small species of Crucirhabdus possessing high vertically to subvertically orientated distal shield elements and a thin proximal shield with only limited distal extension; the central area is spanned by a broad cross, aligned in the principal axes of the ellipse, and bears a tall, hollow central spine*”.

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 22): Una especie extremadamente pequeña de *Crucirhabdus* que posee un escudo distal con elementos alargados orientados vertical o subverticalmente, y un fino escudo proximal con una extensión distal limitada; el área central está ocupada por una cruz amplia, alineada según el eje principal de la elipse, y soporta una espina central alta y hueca.

*Descripción*: Se trata de un cocolito diminuto, de forma circular, que presenta una espina central. Es característica de esta especie la insinuación de una delicada estructura central en forma de cruz, que en ocasiones no se reconoce debido al pequeño tamaño del cocolito (Lám. 5, fig. 6). Con nícoles cruzados se observan colores de birrefringencia tendentes al blanco en el área central (cuando se identifica

la estructura) y tonalidades grises en la zona externa. *Crucirhabdus minutus* no ha sido identificado con el SEM, debido a su abundancia extremadamente baja en todas las muestras analizadas.

*Dimensiones:* Longitud: 1,6 - 2,2  $\mu\text{m}$  (media: 1,8  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 1,2 - 1,8  $\mu\text{m}$  (media: 1,4  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 9).

*Discusión:* *Crucirhabdus minutus* se diferencia de *C. primulus* PRINS, 1969 ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* BOWN, 1987b por su reducido tamaño y por su forma circular, presentando ambas una estructura central en forma de cruz que soporta una espina.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania y Austria. FO: Noriense, LO: Retiense (JAFAR, 1983).
- NO de Europa. FO: Retiense Inferior, LO: Retiense Superior (BOWN, 1987b; BOWN & YOUNG, 1997).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *C. minutus* se ha identificado únicamente en las secciones de Tudanca y Santotis. En Tudanca, presenta un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja, mientras que en Santotis, se encuentra de manera continua aunque con una abundancia relativa muy baja en todo el intervalo.

Los mismos resultados fueron presentados por FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a).

- En Asturias, se han identificado especímenes aislados de *C. minutus* en algunas muestras de la sección de E Rodiles pertenecientes a las zonas Jamesoni e Ibex.

*Crucirhabdus primulus* PRINS, 1969 ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* BOWN, 1987b

(Lám. 1, fig. 11; Lám. 5, figs. 7-8)

- 1969 *Crucirhabdus primulus* PRINS, p. 548.
- 1969 *Crucirhabdus primulus* var. *primulus* PRINS, p. 552, lám. 2, figs. 2a-b; lám. 3, figs. 2a-b [*nomem nudum*].
- 1969 *Crucirhabdus primulus* var. *nanus* PRINS, p. 551, lám. 1, figs. 1a-b; lám. 2, figs. 1a-b; lám. 3, figs. 1a-b [*nomem nudum*].
- 1969 *Crucirhabdus primulus* var. *striatulus* PRINS, p. 554, lám. 3, figs. 3a-b [*nomem nudum*].
- 1973 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, pp. 367-368, lám. 1, figs. 1-2.
- 1974 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; MOSHKOVITZ, lám. 1, figs. 10-11.
- 1974 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BARNARD & HAY, lám. 1, figs. 7-8; lám. 4, figs. 7-8.
- 1976 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; THIERSTEIN, lám. 2, figs. 1-2.
- 1977 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; HAMILTON, lám. 4, fig. 4.
- 1979 *Apertius dorei* GOY in GOY, NOËL & BUSSON, p. 40, lám. 2, fig. 6.
- 1981 *Apertius dorei* GOY in GOY, NOËL & BUSSON; GOY, pp. 34-35, lám. 9, figs. 9-10; lám. 10, figs. 1-3; text-fig. 8.
- 1982 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; HAMILTON, lám. 3.4, fig. 5.
- 1983 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; JAFAR, pp. 244, 246, figs. 12 (14a-b, 15a-b).
- 1984 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; CRUX, fig. 8 (7); figs. 13 (1,4).
- 1984 *Apertius magnus* MEDD, 1979; CRUX, fig. 8 (3).

- 1984 *Stradnerlithus comptus* BLACK, 1971; CRUX, fig. 10 (6).  
1984a *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; WIEGAND, lám. 2, figs. 6-8.  
1985 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; PERCH-NIELSEN, figs. 5 (34,35); figs. 20 (12,13).  
1987b *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; BOWN, pp. 23-24, lám. 2, figs. 15-18; lám. 3, figs. 1-3; lám. 12, figs. 17-20; text-fig. 10.  
1987b *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD; CRUX, lám. 2, figs. 3-4.  
1997 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD *emend.* BOWN; GARDIN, lám. 40, fig. 9.  
1998 *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD *emend.* BOWN; BOWN & COOPER, lám. 4.2, figs. 9-11; lám. 4.10, figs. 14-15.  
2007a *Crucirhabdus primulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD *emend.* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 242-243, lám. 1, figs. 10-11.

*Original diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 367): "A species of *Crucirhabdus* with three to five diagonal bars in each quadrant".

*Diagnosis original* (ROOD, HAY & BARNARD, 1973, p. 367): Una especie de *Crucirhabdus* con tres a cinco barras diagonales en cada cuadrante.

*Emended diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 23): "A species of *Crucirhabdus* which may possess up to five diagonal bars in each quadrant but which is more often observed possessing none".

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987b, p. 23): Una especie de *Crucirhabdus* que puede tener más de cinco barras diagonales en cada cuadrante pero es más frecuente no observar ninguna.

*Descripción:* Se trata de un cocolito de tamaño variable, generalmente elíptico y con un sistema de barras que soporta una espina central muy fina que puede llegar a superar el doble de la altura del cocolito (Lám. 5, fig. 7). Su escudo proximal es fino está constituido por elementos cuadrados y romboédricos con extensiones distales que dan lugar a un ciclo interno tangencial a escudo distal. El área central del escudo proximal está relleno por una cruz formada por microcristales dispuestos en cuatro barras curvadas (Lám 1, fig. 11). No ha sido posible observar su escudo distal en detalle. Utilizando el LM, con los nícoles cruzados, *C. primulus* muestra una estructura altamente birrefringente dentro de su área central, en forma de cruz orientada según los ejes principales de la elipse (Lám. 5, fig. 8). Pueden distinguirse diferentes morfologías de *C. primulus* teniendo en cuenta la anchura de sus dos escudos y la estructura en forma de cruz de su área central.

*Dimensiones:* Longitud del cocolito: 3,2 - 6,5  $\mu\text{m}$  (media: 4,8  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,1 - 4,2  $\mu\text{m}$  (media: 2,9  $\mu\text{m}$ ); Longitud de la espina: 4,8 - 6,7  $\mu\text{m}$  (media: 5,4  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 10).

*Discusión:* *Crucirhabdus primulus* se diferencia de *C. minutus* principalmente por su forma elíptica, por su mayor tamaño y por poseer una estructura central en forma de



cruz claramente reconocible. En el caso de que el material estudiado se encuentre mal preservado y la estructura central de *C. primulus* no sea reconocible, esta especie podría confundirse con *C. cavus* o con *P. l. distinctus*.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania. FO: Zona Planorbis (Hettangiense Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachiense Superior) (CRUX, 1984).
- NO de Europa. FO: Zona Bucklandi (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Margaritatus (Pliensbachiense Superior) (BOWN, 1987b); FO: Zona Planorbis (Hettangiense Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachiense Superior) (CRUX, 1987b); FO: Retiense Inferior, LO: Zona Margaritatus (Pliensbachiense Superior) (BOWN & YOUNG, 1997); FO: Zona Planorbis (Hettangiense Inferior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (BOWN & COOPER, 1998).
- Portugal. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Margaritatus (Pliensbachiense Superior) (HAMILTON, 1977, 1979); FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Davoei (Pliensbachiense Inferior) (BOWN, 1987b).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *C. primulus* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas. En Santotis, se ha reconocido de manera continua y con una abundancia relativa muy baja en todo el intervalo. En Tudanca y Camino, muestra un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja, desde la Zona Jamesoni hasta la Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus y, por último, en San Andrés *C. primulus* presenta un registro discontinuo pero su abundancia relativa es alta.

Los mismos resultados fueron mostrados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a), en las cuatro secciones mencionadas.

- En Asturias, *C. primulus* se ha identificado en las dos secciones estudiadas. En E Rodiles, presenta un registro prácticamente continuo y una abundancia relativa muy baja desde la Zona Oxynotum hasta los niveles inferiores de la Zona Spinatum, mientras que en O Rodiles, se han identificado algunos especímenes aislados de *C. primulus*, especialmente en muestras correspondientes a la Zona Spinatum. LO: Zona Tenuicostatum, Zona Semicelatum (Toarciense Inferior).

Género ***Mitrolithus*** DEFLANDRE *in* DEFLANDRE & FERT, 1954 *emend.* BOWN & YOUNG *in* YOUNG, TEALE & BOWN, 1986

*Especie tipo: Mitrolithus elegans* DEFLANDRE *in* DEFLANDRE & FERT, 1954.

*Original diagnosis* (DEFLANDRE *in* DEFLANDRE & FERT, 1954, p. 148): “*Discolithe en cuvette dont le centre porte une protubérance massive ávasée, d’allure fongiforme, donnant à la vue latérale l’aspect d’une mitre*”.

*Diagnosis original* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954, p. 148): Discolito con forma de cuenco cuyo centro posee una protuberancia masiva y ancha de morfología fungiforme, con aspecto de mitra en vista lateral.

*Emended diagnosis* (BOWN & YOUNG in YOUNG, TEALE & BOWN, 1986, p. 129): "Coccoliths with an outer rim of thin, broad calcite laths orientated perpendicular to the base and tangential to the ellipse. The central area is filled by a massive boss or spine consisting of several superimposed cycles of radial calcite elements. The spine sits in the coccolith rim on an inner cycle of elements and is attached via a narrow, hollow spine base".

*Diagnosis enmendada* (BOWN & YOUNG in YOUNG, TEALE & BOWN, 1986, p. 129): Cocolitos con un borde externo cuyas placas de calcitas delgadas y amplias están orientadas perpendicularmente a la base y tangencialmente a la elipse. El área central está rellena por un patrón masivo o por una espina compuesta por varios ciclos de elementos radiales de calcita superpuestos. La espina está asentada en el cocolito mediante un ciclo interno de elementos y está sujeta a una base estrecha y hueca.

*Descripción*: Este género, incluido en el grupo morfológico de los protolitos (BOWN, 1987b), se caracteriza por presentar una espina corta en su área central, que se engrosa progresivamente hacia su extremo pudiendo alcanzar una anchura superior a la mitad del diámetro del cocolito. Con nícoles cruzados, *Mitrolithus* muestra colores de birrefringencia de primer orden, que abarcan desde el blanco muy brillante hasta el anaranjado.

*Mitrolithus elegans* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954

(Lám. 5, figs. 9-11)

- 1954 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, p. 148, lám. 15, figs. 9-11; text-figs. 66-67.
- 1969 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; PRINS, p. 522, lám. 1, figs. 11a-c.
- 1984 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; CRUX, p.181, figs. 14 (9,10,11).
- 1985 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; PERCH-NIELSEN, figs. 12 (17,18,22).
- 1986 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; YOUNG, TEALE & BOWN, lám. 1, figs. i,l.
- 1987b *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; BOWN, lám. 12, figs. 23-28.
- 1987b *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; CRUX, p.95, lám. 2, figs. 17,18,20.
- 1990 *Mitrolithus lenticularis* BOWN; COBIANCHI, p. 137, fig. 4m.
- 1991 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; FIORENTINO, p. 119, lám. 1, fig. 1.
- 1992 *Mitrolithus lenticularis* BOWN; COBIANCHI, p. 98, fig. 20n.
- 1993 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; MATTIOLI, lám. 1, fig. 5.
- 1995 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; LOZAR, lám. 2, figs. 15-18.
- 1996 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 3, fig. 2.
- 1998 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; BOWN & COOPER, lám. 4.10, figs. 18-20.
- 1999 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; MATTIOLI & ERBA, lám. 1, figs. 9-11.
- 2003 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, figs. 11.21-11.22.
- 2005 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, fig. 23.
- 2006 *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; PERILLI & DUARTE, lám. 2, figs. 11-12.
- 2007a *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 244-245, lám. 1, figs. 13-15.

2007b *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 5g.

2007c *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 2.7.

2008a *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.4.

*Diagnosis* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954, p. 148): “*Cuvette, en vue latérale, un peu évasée, surmontée d’une masse d’abord étroite, puis élargie et arrondie au sommet*”.

*Diagnosis* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954, p. 148): Cuenco, que en vista lateral está ligeramente engrosado, superado por una espina que es inicialmente estrecha, que se ensancha y redondea en la punta.

*Descripción*: Cocolito elíptico con un área central circular ocupada por pequeños cristales de calcita. En visión lateral, se observa una morfología de cuenco de la que surge una espina corta de sección circular (Lám. 5, figs. 9-10), inicialmente fina, que se va engrosando hacia su extremo y puede llegar a superar la altura del propio cocolito, pero nunca su anchura. En el material estudiado con el LM, se han encontrado abundantes espinas sueltas, con una sección circular muy característica (Lám. 5, fig. 10), que al cruzar los nícoles muestran colores de birrefringencia de primer orden generalmente blanco brillante. En vista distal y con los nícoles cruzados, se observa un conjunto de elementos fuertemente birrefringentes de color blanco brillante, estando el cocolito dividido en cuatro sectores por cuatro líneas de extinción oblicuas respecto al eje mayor de la elipse (Lám. 5, fig. 11). No ha sido posible observar especímenes de *M. elegans* con el SEM.

*Dimensiones*: Longitud del cocolito: 3,5 - 6,9  $\mu\text{m}$  (media: 5,1  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,7 - 5,3  $\mu\text{m}$  (media: 3,7  $\mu\text{m}$ ); Altura del cocolito: 3,2 - 1,9 (media: 2,6  $\mu\text{m}$ ); Longitud de la espina: 4,2 - 6,5  $\mu\text{m}$  (media: 5,3  $\mu\text{m}$ ); Diámetro de la espina: 3,3 - 5,6  $\mu\text{m}$  (media: 4,3  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 11).

*Discusión*: *Mitrolithus elegans* se diferencia de *M. lenticularis* BOWN, 1987b por la sección circular tan característica que presenta su espina central, y por la figura de interferencia con las cuatro líneas de extinción oblicuas, que se observa con el LM, al cruzar los nícoles. Se distingue de *C. jansae* por la menor extensión vertical del escudo distal y por la forma característica de la espina.

*Distribución geográfica y estratigráfica*:

- Alemania. FO: Zona Bucklandi (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Bifrons (Toarciense Inferior) (CRUX, 1987b).
- Italia. FO: Hettangiense Inferior, LO: Zona Discites (Bajociense Inferior) (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Bucklandi (Sinemuriense Inferior) (LOZAR, 1995); FO: Sinemuriense Inferior, LO: Aalenense Inferior (MATTIOLI & ERBA, 1999).

- NO de Europa. FO: Zona Bucklandi (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior) (PRINS, 1969); FO: Sinemuriense Inferior, LO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior) (BOWN, 1987a, 1987b); FO: Sinemuriense Inferior, LO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior) (BOWN & COOPER, 1998); FO: Sinemuriense Inferior, LO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior) (BOWN & YOUNG, 1997).
- Portugal. FO: Sinemuriense Inferior, LO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior) (BOWN, 1987b).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *M. elegans* presenta un registro generalmente discontinuo y una baja abundancia relativa en las cuatro secciones estudiadas. En Tudanca y Santotis, se ha identificado de manera continua y con mayor abundancia relativa en las muestras pertenecientes a las zonas Jamesoni e Ibex. Sin embargo, en Camino y San Andrés, *M. elegans* se encuentra principalmente en muestras de las zonas Davoei y Margaritatus. En Tudanca, esta especie se ha identificado en los materiales del Sinemuriense Superior.

Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a), para las cuatro secciones consideradas.

- En Asturias, *M. elegans* se ha identificado en las dos secciones estudiadas. En E Rodiles, está presente desde la Zona Jamesoni hasta la Zona Spinatum, con un registro más continuo y una mayor abundancia relativa en las muestras correspondientes a la Zona Ibex. En O Rodiles, *M. elegans* se ha reconocido únicamente en muestras de la Zona Spinatum, con una abundancia relativa muy baja.

*Mitrolithus lenticularis* BOWN, 1987b  
(Lám. 5, fig. 12; Lám. 6, fig. 1)

- 1987b *Mitrolithus lenticularis* BOWN, pp. 28-30, lám. 12, figs. 29-30.  
non 1990 *Mitrolithus lenticularis* BOWN; COBIANCHI, p. 137, fig. 4m.  
non 1992 *Mitrolithus lenticularis* BOWN; COBIANCHI, p. 98, fig. 20n.  
1995 *Mitrolithus lenticularis* BOWN; LOZAR, lám. 2, figs. 13-14.  
1996 *Mitrolithus lenticularis* BOWN; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 3, fig. 3.  
1998 *Mitrolithus lenticularis* BOWN; BOWN & COOPER, lám. 4.10, figs. 24-25.  
1999 *Mitrolithus lenticularis* BOWN; MATTIOLI & ERBA, lám. 1, fig. 12.  
2002 *Mitrolithus lenticularis* BOWN; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, fig. 20.  
2007a *Mitrolithus lenticularis* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, p. 245, lám. 2, fig. 1.

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 28): "A species of *Mitrolithus* with a spine which completely fills the central area and has a domed upper surface which coincides with the rim top; the spine is irregularly structured and oval in plan view".

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 28): Una especie de *Mitrolithus* con una espina que rellena completamente el área central, y con una superficie superior cóncava que coincide con su borde; la espina está irregularmente estructurada y es oval en vista planar.

*Descripción:* En vista lateral, *M. lenticularis* presenta una espina ancha y de forma lenticular en su área central, que no suele sobrepasar la altura del cocolito (Lám. 5, fig. 12). Esta protuberancia es cóncava y más ancha en su extremo que en su base. Utilizando el LM, con los nícoles cruzados, esta especie muestra un amplio rango de colores de birrefringencia entre el blanco brillante y el gris oscuro. Debido a su escasa abundancia en las muestras analizadas, no ha sido posible observar especímenes de *M. lenticularis* con el SEM.

*Dimensiones:* Longitud del cocolito: 3,7 - 6,3  $\mu\text{m}$  (media: 4,9  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,4 - 4,3  $\mu\text{m}$  (media: 3,1  $\mu\text{m}$ ); Longitud de la espina: 2,9 - 4,7  $\mu\text{m}$  (media: 3,8  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 12).

*Discusión:* *Mitrolithus lenticularis* se diferencia de *M. elegans* por ser ligeramente más ancha, y por presentar una espina también más ancha y menos prominente, con una sección lenticular característica.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Italia. FO: Zona Raricostatum (Sinemuriense Superior), LO: Zona Erbaense (Toarciense Superior) (COBIANCHI, 1990, 1992; MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior) (BOWN, 1987b); FO: Zona Raricostatum (Sinemuriense Superior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior) (BOWN & YOUNG, 1997).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *M. lenticularis* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas. En Santotis muestra un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja desde la Zona Jamesoni hasta la última muestra analizada. En Tudanca, *M. lenticularis* se ha reconocido únicamente en la Zona Margaritatus, de manera discontinua y poco abundante. Por último, en Camino y San Andrés presenta una mayor abundancia relativa en las muestras correspondientes a los niveles inferiores de la Zona Margaritatus.

Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a), para las cuatro secciones mencionadas.

- En Asturias, *M. lenticularis* se ha identificado en las dos secciones investigadas. En E Rodiles, muestra un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja desde su primera aparición hasta la Zona Spinatum. En O Rodiles, se han identificado escasos especímenes de *M. lenticularis* en algunas muestras correspondientes al Toarciense.
- Sección de E Rodiles. FO: Zona Raricostatum, Subzona Aplanatum (Sinemuriense Superior).

Género ***Parhabdolithus*** DEFLANDRE, 1952 *emend.* BOWN, 1987a

*Especie tipo:* *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE, 1952

*Original diagnosis* (DEFLANDRE, 1952, p. 466): “*Rhabdolithes á base elliptique allongée munie d’un bord élevé, définissable également comme un discolithe très profond avec long bâtonnet central à perforation axiale*”.

*Diagnosis original* (DEFLANDRE, 1952, p. 466): Rabdolito con una base elíptica y alargada provista de un borde elevado, también definible como un discolito muy profundo con un tallo alargado con una perforación axial.

*Emended diagnosis* (BOWN, 1987a, p. 43): “*Coccoliths with a high protolith rim and a central area bearing a spine which may vary greatly in diameter and height. The spine is borne on a bar or basal plate and has an axial canal*”.

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987a, p. 43): Cocolitos con un borde alto tipo protolito y un área central con una espina que puede variar mucho en diámetro y altura. La espina surge de una barra o placa basal y tiene un canal axial.

*Descripción*: Las especies pertenecientes a este género se incluyen en el grupo morfológico de los protolitos (BOWN, 1987a), y se caracterizan por presentar un proceso central soportado por un número de placas que varía dependiendo de la especie. La espina central tiene una longitud y una anchura también variables.

*Parhabdolithus liasicus distinctus* DEFLANDRE, 1952, BOWN, 1987b

(Lám. 2, fig. 1; Lám. 6, figs. 2-5)

- p.p. 1952 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE, p. 466; text-figs. 362j,l,m [non text-fig. 362k].  
 1974 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; BARNARD & HAY, lám. 4, fig. 9 [non lám. 1, fig. 9].  
 1974 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; MOSHKOVITZ, lám. 1, figs. 12-14.  
 1976 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; THIERSTEIN, lám. 2, figs. 4-5.  
 1977 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; HAMILTON, lám. 4, figs. 7-8.  
 1979 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; MEDD, lám. 1, fig. 10.  
 1980 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; GRÜN & ZWEILI, p. 290, lám. 13, fig. 10.  
 1982 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; HAMILTON, lám. 3.1, fig. 5; lám. 3.4, figs. 3-4.  
 1984 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; CRUX, figs. 8 (8,10); figs. 14 (5,8,12); [non fig. 8 (9); non figs. 14 (13,15)].  
 1984a *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; WIEGAND, lám. 2, figs. 2-4.  
 1985 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; PERCH-NIELSEN, fig. 5 (36); figs. 33 (11,12,24).  
 1987b *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN, pp. 30-31, lám. 4, figs. 10-15; lám. 13, figs. 5-8.  
 1987b *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; CRUX, p. 95, lám. 1, figs. 13-16.  
 1988 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; BOWN, COOPER & LORD, lám. 1, figs. 2-3.  
 p.p. 1990 *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN; COBIANCHI, p. 137, fig. 4n [non fig. 5a].  
 p.p. 1992 *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN; COBIANCHI p. 98, fig. 21a [non fig. 21b].  
 1992a *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN; BALDANZA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 9.  
 1997 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; GARDIN, lám. 40, figs. 5-6.  
 1998 *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN; BOWN & COOPER, lám. 4.2, figs. 19-20; lám. 4.10, figs. 26-29.  
 2002 *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, figs. 14-15.  
 2007a *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 240-241, lám. 1, fig. 8.  
 2008a *Parhabdolithus liasicus distinctus* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.3.

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 30): "A subspecies of *P. liasicus* possessing a tall, hollow spine which tapers to a point; the spine diameter varies between one-third and one-fifth of the coccolith length, and spine height varies between two and six times the coccolith rim height".

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 30): Una subespecie de *P. liasicus* con una espina alta y hueca que se estrecha hacia la punta; el diámetro de la espina varía entre un tercio y un quinto de la longitud del cocolito, y la altura de la espina varía entre dos y seis veces la altura del borde del cocolito.

*Descripción*: Cocolito entre subelíptico y elíptico de dimensiones relativamente pequeñas constituido por un escudo distal estrecho formado por cerca de treinta elementos rectangulares, y un escudo proximal cuyos elementos cuadrados se extienden verticalmente para formar un ciclo interno tangencial al escudo distal. Desde su área central y perpendicularmente al eje mayor de la elipse surge una espina gruesa y masiva (Lám. 2, fig. 1; Lám. 6, fig. 2). La longitud de esta espina puede llegar a ser entre dos y tres veces mayor que la altura del cocolito. Al observar esta especie con el LM y en vista distal, el área central está ocupada por pequeñas placas de calcita, distinguiéndose dos morfologías en función del número de placas. En la primera de ellas, el área central está ocupada por cuatro placas, dos pequeñas orientadas según el eje mayor de la elipse y otras dos de mayor tamaño en la dirección del eje menor (Lám. 6, figs. 3-4). En la segunda, se reconocen únicamente dos pequeñas placas situadas según la dirección del eje menor de la elipse, aunque en ocasiones se pueden identificar dos placas diminutas siguiendo su eje mayor (Lám. 6, fig. 5). En ambos casos las pequeñas placas soportan una espina central y están dispuestas en torno a un eje central. Con nícoles cruzados y en vista distal, esta subespecie muestra colores de birrefringencia tendentes al blanco en la zona interna y tonalidades grises en el exterior.

*Dimensiones*: Longitud del cocolito: 4,3 - 6,8  $\mu\text{m}$  (media: 5,5  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,4 - 4,1  $\mu\text{m}$  (media: 3,3  $\mu\text{m}$ ); Longitud de la espina: 6,9 - 11,2  $\mu\text{m}$  (media: 9,2  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 13).

*Discusión*: Cuando el material estudiado presenta un mal estado de preservación, es muy complicado distinguir las dos subespecies de *P. liasicus*, *P. l. distinctus* y *P. l. liasicus*. *Parhabdolithus liasicus distinctus* se diferencia de otras especies que presentan proceso central, como *C. plienschbachensis* o *T. patulus*, por las características diagnósticas del mismo como son la longitud y el diámetro, y por las pequeñas placas que soportan esta espina.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Bifrons (Toarciense Inferior) (CRUX, 1984; CRUX, 1987b).
- Francia. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior) (GARDIN, 1997).
- Italia. FO: Hettangiense Inferior, LO: Zona Bifrons (límite entre el Toarciense Inferior y Medio) (COBIANCHI, 1990, 1992).
- NO de Europa. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (BOWN, 1987b); FO: Zona Angulata (Hettangiense Superior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
- Portugal. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior) (HAMILTON, 1977; BOWN, 1987b).
- En las Cuenca Vasco-Cantábrica, *P. l. distinctus* presenta un registro continuo y una alta abundancia relativa en las secciones de Tudanca y Santotis, mientras que en Camino y San Andrés, esta subespecie se ha reconocido de una manera discontinua y con una abundancia relativamente más baja a lo largo del Pliensbachense. En la sección de Tudanca, los primeros especímenes de *P. l. distinctus* se han identificado en los materiales del Sinemuriense Superior.

Los mismos resultados fueron mostrados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a).

- En Asturias, *P. l. distinctus* se ha identificado en las dos secciones investigadas. En E Rodiles, presenta un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja en las muestras correspondientes al Sinemuriense Superior, y se ha reconocido de manera más continua desde la Zona Jamesoni hasta el techo de la sección. En O Rodiles, *P. l. distinctus* muestra un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja en todo el intervalo.

*Parhabdolithus liasicus liasicus* DEFLANDRE, 1952, BOWN, 1987b

(Lám. 6, figs. 6-7)

- p.p. 1952 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE, p. 466; text-fig. 362k [*non* text-figs. 362j,l,m].  
 1954 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; DEFLANDRE *in* DEFLANDRE & FERT, p. 162; text-fig. 104; lám. 15, figs. 28-31.  
 1957 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; NOËL, p. 326, lám. 4, fig. 30.  
 1963 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; STRADNER, p. 8, lám. 2, fig. 13.  
 1965a *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; NOËL, p. 92; text-fig. 22c; lám. 4, figs. 3-4 [*non* lám. 4, fig. 7].  
 1965b *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; NOËL, p. 5, figs. 22a,d.  
 1969 *Parhabdolithus longispinus* PRINS, lám. 2, fig. 5 [*nomem nudum*].  
 1984 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; CRUX, figs. 14 (13,15).  
 1985 *Parhabdolithus liasicus* DEFLANDRE; PERCH-NIELSEN, figs. 33 (8,9).  
 1987b *Parhabdolithus liasicus liasicus* DEFLANDRE; CRUX, p. 95, lám. 1, figs. 9-10.  
 1987b *Parhabdolithus liasicus liasicus* DEFLANDRE; BOWN, p. 31, lám. 13, figs. 9-10.  
 1995 *Parhabdolithus liasicus liasicus* DEFLANDRE, BOWN; LOZAR, lám. 1, fig. 9.  
 non 1996 *Parhabdolithus liasicus liasicus* DEFLANDRE; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 3, fig. 5.  
 1998 *Parhabdolithus liasicus liasicus* DEFLANDRE, BOWN; BOWN & COOPER, lám. 4.10, figs. 30-31.



- 2003 *Parhabdolithus* cf. *liasicus* DEFLANDRE; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, fig. 11.23 [non fig. 11.24].
- 2006 *Parhabdolithus liasicus liasicus* DEFLANDRE, BOWN; PERILLI & DUARTE, lám. 2, fig. 15.
- 2007a *Parhabdolithus liasicus liasicus* DEFLANDRE, BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, p. 240, lám. 1, fig. 7.

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 31): “A subspecies of *P. liasicus* with a much reduced rim from which an extremely tall spine rises, tapering gradually to a point but parallel or subparallel for much of its length. The spine diameter is between one-third and one-half the length of the coccolith rim and has a height at least eight times of the rim height”.

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 31): Una subespecie de *P. liasicus* con un borde muy reducido del que surge una espina extremadamente alargada, que se va estrechando gradualmente hasta acabar en punta, siendo paralela o subparalela en la mayoría de su longitud. El diámetro de la espina está comprendido entre un tercio y la mitad de la longitud del cocolito y tiene una altura de al menos ocho veces la altura del borde.

*Descripción*: Subespecie de *P. liasicus* elíptica y de tamaño relativamente pequeño. En vista lateral presenta una espina fina y muy alargada, cuya longitud puede llegar a superar tres veces la altura del cocolito. Este proceso central está soportado por cuatro placas de tamaño variable dispuestas en torno a un eje central imaginario. Con nícoles cruzados y en vista distal, esta especie muestra colores de birrefringencia de primer orden tendentes al blanco en su zona central, diferenciándose una zona externa más oscura. La figura de interferencia, muy característica, está constituida por cuatro líneas curvas y dextrógiras (Lám. 6, figs. 6-7). No ha sido posible observar esta subespecie con el SEM.

*Dimensiones*: Longitud del cocolito: 3,8 - 6,3  $\mu\text{m}$  (media: 5,1  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 1,8 - 3,9  $\mu\text{m}$  (media: 2,9  $\mu\text{m}$ ); Longitud de la espina: 11,3 - 18,5  $\mu\text{m}$  (media: 15,5  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 14).

*Discusión*: En vista lateral, *P. l. liasicus* se diferencia de *P. l. distinctus* por la mayor longitud y delgadez que presenta su espina central. En vista distal, ambas subespecies se reconocen por las cuatro placas que contienen en su área central, que son más grandes en *P. l. liasicus* que en el morfotipo A de *P. l. distinctus*. Esta subespecie se distingue de *C. plienschachensis* por ser más pequeña, elíptica y poseer una espina relativamente más robusta y larga en su área central.

*Distribución geográfica y estratigráfica*:

- Alemania. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Bifrons (Toarciense Inferior) (CRUX, 1984; CRUX, 1987b).
- NO de Europa. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Margaritatus (Pliensbachiense Superior) (BOWN, 1987b); FO: Zona Jamesoni (Pliensbachiense Inferior), LO: Zona Ibex (Pliensbachiense Inferior) (BOWN & YOUNG,

1997); FO: Hettangiense Superior, LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (BOWN & COOPER, 1998).

- Portugal. FO: Sinemuriense Inferior, LO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior) (BOWN, 1987b).

- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *P. l. liasicus* presenta un registro continuo y una abundancia relativa progresivamente más baja hacia el techo en las secciones de Tudanca y Santotis, y se ha identificado de manera más discontinua y con una elevada abundancia relativa en Camino y San Andrés. En Tudanca, *P. l. liasicus* se ha reconocido en los materiales del Sinemuriense Superior.

Los mismos resultados obtuvieron PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a), en las cuatro secciones mencionadas.

- En Asturias, *P. l. liasicus* se ha identificado en las dos secciones estudiadas. En E Rodiles, presenta un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja en las muestras correspondientes al Sinemuriense Superior, y se ha reconocido de forma más continua y con una mayor abundancia desde la Zona Jamesoni hasta la última muestra analizada. En O Rodiles, esta subespecie muestra un registro continuo y una abundancia relativamente baja en todo el intervalo.

*Parhabdolithus robustus* NOËL, 1965a

(Lám. 6, figs. 8-9)

p.p. 1965a *Parhabdolithus robustus* NOËL, p. 95, lám. 4, figs. 1-2 [*non text-fig.* 24].

1965b *Parhabdolithus robustus* NOËL, 1965a; NOËL, p. 5, fig. 24.

1969 *Bidiscorhabdus ocellatus* PRINS, lám. 2, fig. 7b [*nomem nudum*].

1987a *Parhabdolithus robustus* NOËL; BOWN, lám. 2, figs. 8-9.

1987b *Parhabdolithus robustus* NOËL; BOWN, p. 34, lám. 13, figs. 15-16.

1987b *Parhabdolithus zweilii* CRUX, lám. 1, figs. 1-4.

1988 *Parhabdolithus robustus* NOËL; BOWN, COOPER & LORD, lám. 1, fig. 5.

1998 *Parhabdolithus robustus* NOËL; BOWN & COOPER, lám. 4.11, fig. 3.

1999 *Parhabdolithus robustus* NOËL; MATTIOLI & ERBA, lám. 1, figs. 3-4.

2007a *Parhabdolithus robustus* NOËL; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 241-242, lám. 1, fig. 9.

2007a *Parhabdolithus robustus* NOËL; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3e.

*Diagnosis* (NOËL, 1965a, p. 95): “*Parhabdolithus de structure classique: pièces calcaires massives très peu inclinées constituant la paroi, reposant sur un plancher fait de lames de calcite peu épaisses et horizontales, relevé en son centre au départ de la hampe; hampe très trapue, courte, largement tronquée à son extrémité, constituée de rhomboèdres de calcite disposés en étoile autour d’un canal central*”.

*Diagnosis* (NOËL, 1965a, p. 95): *Parhabdolithus* de estructura clásica: minúsculas piezas masivas de calcita inclinadas que están colocadas formando un muro que se apoya en la base, constituida por láminas de calcita gruesas y horizontales, levantadas desde el centro hasta el comienzo de la espina; la espina es robusta, está truncada en su extremo, y está constituida por romboedros de calcita dispuestos en forma de estrella alrededor de un canal central.

*Descripción:* En el material estudiado, esta especie se ha identificado únicamente con el LM y en vista lateral. Es un cocolito con forma de cuenco, alto y ancho, de cuya zona central surge una espina ancha y corta. La altura de este proceso central no suele superar la mitad de la altura del cocolito, pudiendo llegar a tener un diámetro superior a la mitad de la anchura del cocolito (Lám. 6, fig. 9). Con los nícoles cruzados, *P. robustus* muestra colores de birrefringencia de primer orden, tendentes al blanco y un brillo alto.

*Dimensiones:* Altura del cocolito: 2,0 - 3,8  $\mu\text{m}$  (media: 2,8  $\mu\text{m}$ ); Longitud de la espina: 0,6 - 2,2  $\mu\text{m}$  (media: 1,1  $\mu\text{m}$ ); Diámetro de la espina: 1,3 - 3,2  $\mu\text{m}$  (media: 2,2  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 15).

*Discusión:* *Parhabdolithus robustus* se diferencia de otras especies del género *Parhadolithus*, por la longitud y la anchura de su espina central, que es más ancha y corta que la de la subespecie *P. l. distinctus*. En vista lateral, los individuos mal preservados, en los que el proceso central no se reconoce, podrían confundirse con especímenes del género *Crepidolithus*.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior) (CRUX, 1987b).
- Italia. FO: Sinemuriense Inferior, LO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior) (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior) (PRINS, 1969); FO: Zona Turneri (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior) (BOWN, 1987a, 1987b; BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
- Portugal. FO: Zona Obtusum (Sinemuriense Superior), LO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior) (BOWN, 1987b).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *P. robustus* se ha identificado en Tudanca, Santotis y Camino, con un registro continuo y una abundancia relativa muy baja hasta su última aparición.

- Sección de Tudanca. LO: Zona Ibex, Subzona Luridum (Pliensbachense Inferior).
- Sección de Santotis. LO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior).
- Sección de Camino. LO: Zona Ibex, Subzona Valdani (Pliensbachense Inferior).

Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a).

- En Asturias, *P. robustus* se ha identificado únicamente en la sección de E Rodiles, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja. Los primeros especímenes de esta especie se han reconocido en los materiales correspondientes a

la Zona Oxynotum, Subzona Oxynotum (Sinemuriense Superior). LO: Zona Ibex, Subzona Valdani (Pliensbachense Inferior).

Orden **Podorhabdales** ROOD, HAY & BARNARD, 1971 *emend.* BOWN, 1987b

*Original diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1971, p. 260): “*Coccoliths with a marginal area constructed of two petaloid cycles of elements which are not at all, or only very slightly imbricate. The marginal area of the members of this order has a characteristic appearance in bright phase contrast illumination, being much darker than the background*”.

*Diagnosis original* (ROOD, HAY & BARNARD, 1971, p. 260): Cocolitos con un área marginal constituida por dos ciclos de elementos petaloides que no están imbricados o lo están ligeramente. El área marginal de los miembros de este orden tiene una apariencia característica en la fase brillante de contraste de iluminación, siendo mucho más oscuro que la base.

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987b, p. 37): “*Radiating placolith coccoliths, i.e. two or more shields composed of non-imbricating, radially arranged elements*”

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987b, p. 37): Cocolitos placolitos radiados, es decir, dos o más escudos compuestos por elementos no imbricados dispuestos radialmente.

Familia **Biscutaceae** BLACK, 1971 *emend.* BOWN, 1987b

*Diagnosis original* (BLACK, 1971, p. 392): “*Imperforate coccoliths consisting of two shields closely against each other, each shield constructed of radial, petaloid elements without imbrication at their contacts*”.

*Diagnosis original* (BLACK, 1971, p. 392): Cocolitos imperforados con dos escudos amoldados uno contra el otro, cada escudo está constituido por elementos radiales petaloides sin imbricación entre sus contactos.

*Emended diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 40): “*Radiating placolith coccoliths (i.e. composed of non-imbricating, radially arranged rim elements), with broad shields and a small central area which may be imperforate, vacant o spanned by a variety of central structures*”.

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987b, p. 40): Cocolitos placolitos radiados (es decir, borde compuesto por elementos no-imbricados y radialmente organizados), con unos escudos amplios y un área central pequeño que puede estar imperforado, vacío u ocupado por una variedad de estructuras centrales.

*Observaciones:* Cocolitos constituidos por dos escudos, cuyos elementos se disponen radialmente. Utilizando el LM es posible reconocer individualmente los elementos que forman el cocolito. Esta familia incluye los géneros *Biscutum* y *Similiscutum*.

Subfamilia **Biscutoideae** HOFFMANN, 1970

*Diagnosis* (HOFFMANN, 1970, p. 861): “*Beide Randscheibe liegen unmittelbar übereinander. Die Randblättchen der distalen Randscheibe sind fächerförmig und die der proximalen nebeneinanderliegend angeordnet. Granulae bedecken in der Regel das Zentralfeld (zentrale Pore)*”

*Diagnosis* (HOFFMANN, 1970, p. 861): Ambos escudos se encuentran en contacto uno con el otro. Los elementos del escudo distal están organizados como un abanico y los del escudo proximal se disponen uno al lado del otro. Como regla general, el área central está cubierta de gránulos (poro central).

Género ***Biscutum*** BLACK in BLACK & BARNES, 1959 *emend.* DE KAENEL & BERGEN, 1993

*Especie tipo:* *Biscutum testudinarium* BLACK in BLACK & BARNES, 1959.

*Original diagnosis* (BLACK in BLACK & BARNES, 1959, p. 325): “*Imperforate coccoliths consisting of more than one layer of plates, the plates of one layer being closely moulded onto those of the adjacent layer or layers*”.

*Diagnosis original* (BLACK in BLACK & BARNES, 1959, p. 325): Cocolitos imperforados con más de una capa de placas, en los que las placas de una capa se solapan con las de la capa o capas inmediatamente adyacentes.

*Emended diagnosis* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, p. 886): “*Circular to elliptical Biscutaceae constructed of two unicyclic shields, which display a unicyclic rim extinction pattern. A central cycle of elements is sometime present in the central area. A distal stem is not present*”.

*Diagnosis enmendada* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, p. 886): Biscutaceae circulares a elípticos constituidos por dos escudos unicíclicos, que muestran un borde con un patrón de extinción unicíclico. El ciclo central de elementos en ocasiones posee un área central. No presentan extensión distal.

*Descripción:* Género incluido en el grupo de los placolitos radiados (BOWN, 1987a). Se caracteriza por presentar suturas en zig-zag entre los elementos que lo constituyen. Su área central presenta generalmente grandes dimensiones, pudiendo estar rellena

de diminutos gránulos de calcita o de elementos que dan lugar a una estructura central más compleja. Con nícoles cruzados, muestra colores de birrefringencia de segundo orden, tendentes al gris, aunque en algunas especies tiende al blanco brillante.

*Biscutum dubium* (NOËL, 1965a) GRÜN in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974  
(Lám. 2, fig. 2; Lám. 6, fig. 10)

- p.p. 1965a *Palaeopontosphaera dubia* NOËL, pp. 76-78, lám. 7, figs. 1,5-10 [*non* figs. 2-4,11-13; *non* text-fig. 8].  
 1965b *Palaeopontosphaera dubia* NOËL, text-fig. 8.  
 1969 *Palaeopontosphaera veterana* PRINS, lám. 2, fig. 9 [*nomem nudum*].  
 p.p. 1971 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; MEDD, p. 826, lám. 4, fig. 5 [*non* fig. 6].  
 1971 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; ROOD, HAY & BARNARD, p. 265, lám. 4, fig. 9.  
 p.p. 1973 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; *emend.* NOËL, p. 117, lám. 13, figs. 1,2,4,5 [*non* fig. 3].  
 non 1973 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; ROOD, HAY & BARNARD, p. 378, lám. 3, fig. 1.  
 non 1974 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; BARNARD & HAY, lám. 2, fig. 2; lám. 5, fig. 1.  
 non 1974 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN in GRÜN, PRINS & ZWEILI, pp. 297-298, lám. 14, figs. 1-3.  
 non 1977 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; NICOSIA & PALLINI, p. 270, lám. 2, fig. 1.  
 non 1979 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; *emend.* GOY in GOY, NOËL & BUSSON, p. 42, lám. 4, fig. 4.  
 1980 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; *emend.* GRÜN & ZWEILI, p. 245, lám. 1, figs. 1-2; text-fig.4.  
 non 1981 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; GOY, pp. 50-51, lám. 18.  
 non 1984 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; CRUX, p. 168, figs. 9 (5,6); fig.13 (6).  
 1985 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; PERCH-NIELSEN, fig. 19 (25).  
 non 1987a *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; CRUX, p. 53, lám. 1, figs. 1-2.  
 1987b *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; CRUX, p. 89, lám. 2, figs. 5-7.  
 1987b *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; BOWN, p. 45, lám. 6, figs. 13-15; lám. 14, figs. 3-4; text-fig. 13.  
 1988 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; ANGELOZZI, p. 140, lám. 1, fig. 5.  
 non 1990 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; BALDANZA, CRESTA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 1.  
 1990 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; ERBA, p. 250, lám. 1, figs. 14-15.  
 non 1992a *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; BALDANZA & MATTIOLI, p. 48, lám. 1, fig. 6.  
 1993 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; DE KAENEL & BERGEN, pp. 881-882, lám. 1, fig. 15.  
 1998 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; BOWN & COOPER, lám. 4.4, fig. 12; lám. 4.12, figs. 9-10.  
 1999 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; MATTIOLI & ERBA, lám. 2, fig. 1.  
 2004a *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, fig. 4g.  
 2005 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 3, fig. 3.  
 2007b *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 5c.  
 2007c *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 1.3.  
 2008 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, figs. 5.3-5.4.

*Diagnosis* (NOËL, 1973, p. 117): “*Coccolithes elliptiques, formés de deux disques étroitement accolés: disque central (légèrement plus large que le disque proximal) échanuré en son centre pour laisser passage à une hampe traversée d’un canal axial.*”

*Diagnosis* (NOËL, 1973, p. 117): Cocolitos elípticos formados por dos escudos muy juntos; el escudo principal (ligeramente más amplio que el escudo proximal) está agujereado en el centro para permitir el paso de una espina central con un canal axial.

*Descripción*: Cocolito elíptico de pequeñas dimensiones, con un área central abierta, subelíptica y rellena de diminutos cristales de calcita y una pequeña espina circular en el centro. Su escudo distal es bicíclico. El ciclo externo está constituido por entre dieciocho y veintidós elementos rectangulares no-imbricados y unidos mediante

suturas radiales, y el ciclo externo está formado por cerca de veinte elementos cuadrados unidos por suturas radiales (Lám. 2, fig. 2). No ha sido posible observar su escudo proximal en detalle. Usando el LM, con los nícoles cruzados, *B. dubium* suele presentar colores de birrefringencia de segundo orden, mostrando un amplio rango de grises. El área central aparece blanca y brillante, y el borde externo difuminado (Lám. 6, fig. 10).

*Dimensiones:* Longitud: 2,6 - 4,1  $\mu\text{m}$  (media: 3,4  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 1,4 - 3,3  $\mu\text{m}$  (media: 1,9  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 16).

*Discusión:* *Biscutum dubium* se diferencia de *B. novum* (GOY, 1979) BOWN, 1987a por su menor talla y por presentar un área central proporcionalmente más grande, abierta, elíptica y brillante con los nícoles cruzados. *Biscutum dubium* se distingue de *S. avitum* DE KAENEL & BERGEN, 1993 por su morfología más elíptica, su tamaño ligeramente menor y la distinta disposición de los elementos que lo componen.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Italia. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Aalenense Inferior (MATTIOLI & ERBA, 1999); FO: Pliensbachense, LO: Kimmeridgiense (MATTIOLI *et al.*, 2004a).
  - NO de Europa. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior) (PRINS, 1969); FO: Sinemuriense Superior, LO: Titónico (BARNARD & HAY, 1974); Zona Falciferum (Toarciense Inferior), LO: Zona Variabilis (Toarciense Superior) (BOWN, 1987b); FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Levesquei (Toarciense Superior) (CRUX, 1987b); FO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior), LO: Berriasiense (BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1997); FO: Pliensbachense, LO: Kimmeridgiense (MATTIOLI *et al.*, 2004a).
  - Portugal. FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior), LO: Bajociense Inferior (BOWN, 1987b); FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Oxfordiense Inferior (DE KAENEL & BERGEN, 1993).
  - Suiza. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Oxfordiense Medio (DE KAENEL & BERGEN, 1993).
  - En la Cuenca Vasco-Cantábrica, esta especie se ha identificado únicamente en las secciones de Camino y San Andrés, con un registro discontinuo y una baja abundancia relativa.
    - Sección de Camino. FO: Zona Davoei, Subzona Capricornus (Pliensbachense Inferior).
    - Sección de San Andrés. FO: Zona Stokesi (Pliensbachense Superior).
- Los mismos resultados fueron publicados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y PERILLI *et al.* (2010).
- En Asturias, *B. dubium* se ha reconocido en las dos secciones estudiadas con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja.

- Sección de E Rodiles. FO: Zona Stokesi, Subzona Monestieri (Pliensbachense Superior).

*Biscutum finchii* CRUX, 1984 *emend.* BOWN, 1987a

(Lám. 2, fig. 3; Lám. 6, figs. 11-12)

- 1969 *Striatococcus opacus* PRINS, lám. 2, fig. 15 [*nomem nudum*].  
 1984 *Biscutum finchii* CRUX, p. 168, figs. 9 (3,4); fig. 13 (5).  
 1987a *Biscutum finchii* CRUX; *emend.* BOWN, lám. 2, figs. 3,4,10,11.  
 1987b *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; BOWN, pp. 42-44, lám. 5, fig. 18; lám. 6, figs. 1-3; lám. 13, figs. 21-22; text-fig. 11.  
 1990 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; COBIANCHI, p. 134, fig. 4d.  
 1990 *Biscutum aff. finchii* CRUX *emend.* BOWN; COBIANCHI, p. 134, fig. 4e.  
 1992 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; REALE, BALDANZA, MONECHI & MATTIOLI, lám. 1, figs. 5-6.  
 1992 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; COBIANCHI, p. 92, figs. 18,19f-h.  
 1992 *Biscutum aff. finchii* CRUX *emend.* BOWN; COBIANCHI, p. 92, fig. 19i.  
 1992a *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; BALDANZA & MATTIOLI, p. 48, lám. 1, fig. 12.  
 1993 *Similliscutum finchii* (CRUX *emend.* BOWN) DE KAENEL & BERGEN, pp. 877-878, lám. 3, figs. 11-13.  
 1994 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; GARDIN & MANIVIT, lám. 2, figs. 5-6.  
 1996 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 2, fig. 1.  
 1996 "Small" *Biscutum finchii* PICOTTI & COBIANCHI, lám. 2, figs. 2-3.  
 1997 *Biscutum finchii* CRUX, 1984 *emend.* BOWN, 1987a; GARDIN, lám. 40, fig. 13.  
 1998 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; BOWN & COOPER, lám. 4.4, fig. 13; lám. 4.12, figs. 11-14.  
 1999 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; MATTIOLI & ERBA, p. 365, lám. 1, figs. 18-20.  
 2002 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; PERILLI & COMAS-RENGIFO, p. 141, lám. 1, fig. 12.  
 2004a *Similliscutum finchii* (CRUX *emend.* BOWN) DE KAENEL & BERGEN; MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, fig. 4j.  
 2005 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 3, figs. 5-6.  
 2006 *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; PERILLI & DUARTE, lám. 1, figs. 7-8.  
 2007a *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 249-250, lám. 2, fig. 3.  
 2007a *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3d.  
 2007b *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 5e-f.  
 2007c *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 1.5-1.6.  
 2008 *Similliscutum finchii* (CRUX *emend.* BOWN) DE KAENEL & BERGEN; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, fig. 5.7.  
 2008a *Biscutum finchii* CRUX *emend.* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.10.  
 2009 *Similliscutum finchii* (CRUX *emend.* BOWN) DE KAENEL & BERGEN; MATTIOLI, PITTET, PETITPIERRE & MAILLIOT, fig. 4e.

*Original diagnosis* (CRUX, 1984, p. 168): "A species of *Biscutum* with a large central area and no spine. The central area is filled with irregular granular calcite".

*Diagnosis original* (CRUX, 1984, p. 168): Una especie de *Biscutum* con un área central alargada y sin espina. El área central está relleno de granos irregulares de calcita.

*Emended diagnosis* (BOWN, 1987a, p. 44): "A large elliptical species of *Biscutum* with a modified radiating placolith structure. The distal shield is composed of non-imbricating elements with a gentle outer slope forming the shield and an inner edge producing a deep central area. The sutures are sharply kinked at the point from which the elements



*slope and they also have a slight anticlockwise precession due to the kinking. The proximal shield is only slightly smaller than the distal shield; its elements are non-imbricating with sutures only slightly deviating from the radial pattern. The central area is filled with granular elements”.*

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987a, p. 44): Una especie de *Biscutum* elíptica y alargada con una estructura de placolito radiado modificada. El escudo distal está compuesto por elementos no-imbricados con una suave pendiente exterior y un límite interno que da lugar a un área central profunda. Las suturas entre los elementos imbricados están dispuestas en zig-zag, y muestran una disposición ligeramente contraria a las agujas del reloj, debido al solapamiento. El escudo proximal es ligeramente más pequeño que el distal; sus elementos no están imbricados, presentando suturas poco desviadas respecto al patrón radial. El área central está relleno de elementos granulares.

*Descripción:* Cocolito con forma elíptica provisto de un área central subelíptica generalmente de grandes dimensiones, sin estructuras reconocibles en su interior. Su escudo distal posee entre veinte y veinticinco elementos rectangulares no-imbricados unidos a lo largo de suturas en zig-zag (Lám. 2, fig. 3). No ha sido posible observar su escudo proximal en detalle. Usando el LM con los nícoles cruzados, su área central parece rectangular y suele mostrar colores de birrefringencia de primer orden, tendentes al blanco. Los colores de birrefringencia del resto del cocolito son generalmente grises, y su cruz de extinción presenta los brazos rectos, observándose una línea cada 90° aproximadamente (Lám. 6, figs. 11-12).

*Dimensiones:* Longitud: 4,9 - 7,8  $\mu\text{m}$  (media: 6,2  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 3,8 - 6,3  $\mu\text{m}$  (media: 4,8  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 17).

*Discusión:* MATTIOLI *et al.* (2004a) incluyeron esta especie dentro del género *Similiscutum*, basándose en los resultados obtenidos de un análisis biométrico detallado de la Familia Biscutaceae, y en las observaciones realizadas con el SEM. Sin embargo, en esta Tesis Doctoral, se ha incluido en el género *Biscutum*, teniendo en cuenta sus características morfológicas, su tamaño y las propiedades ópticas que presenta al observarla con el LM, con los nícoles cruzados. *Biscutum finchii* se diferencia de *B. novum* y *B. dubium* por su mayor tamaño y la forma elíptica de su área central, y de *B. grande* BOWN, 1987b por la sutura en zig-zag que presentan sus elementos, y por la ausencia de estructuras reconocibles en su área central.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania. FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Toarciense Inferior (CRUX, 1984; CRUX, 1987b); FO: Pliensbachense Superior, LO: Aalenense (MATTIOLI *et al.*, 2004a).

- Italia. FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Zona Bifrons (Toarciense Inferior) (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Toarciense Inferior (REALE *et al.*, 1992); FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Aalenense Superior (MATTIOLI & ERBA, 1999, MATTIOLI *et al.*, 2004a).
  - Marruecos y Suiza. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Toarciense Inferior (DE KAENEL & BERGEN, 1993).
  - NO de Europa. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior) (BOWN, 1987a, 1987b; BOWN *et al.*, 1988; BOWN & YOUNG, 1997).
  - Portugal. FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior) (DE KAENEL & BERGEN, 1993); FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior) (BOWN, 1987b).
  - En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *B. finchii* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas, con un registro prácticamente continuo y una elevada abundancia relativa.
    - Sección de Tudanca. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus (Pliensbachense Superior).
    - Sección de Santotis. FO: Zona Stokesi (Pliensbachense Superior).
    - Sección de Camino. FO: Zona Stokesi, Subzona Celebratum (Pliensbachense Superior).
    - Sección de San Andrés. FO: Zona Stokesi (Pliensbachense Superior).
- Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b, 2008a, 2008b) y PERILLI *et al.* (2010). para las cuatro secciones mencionadas. En la Cordillera Ibérica y en la Cuenca Vasco-Cantábrica, PERILLI (2000) y PERILLI *et al.* (2004), respectivamente, identificaron la LO de *B. finchii* en la Zona Serpentinum, Subzona Strangewaysi.
- En Asturias, *B. finchii* se ha identificado en las dos secciones estudiadas, con un registro discontinuo y una baja abundancia relativa.
    - Sección de E Rodiles. FO: Zona Stokesi, Subzona Monestieri (Pliensbachense Superior).

*Biscutum grande* BOWN, 1987b  
(Lám. 2, figs. 4-5; Lám. 7, figs. 1-2)

- 1969 *Palaeopontosphaera binodosa*, PRINS, lám. 2, fig. 12 [*nomem nudum*].  
1987b *Biscutum grandis* BOWN, pp. 44-45, lám. 6, figs. 4-6; lám. 13, figs. 23-25, text-fig. 11.  
1990 *Sollasites lowei* BUKRY, 1969; COBIANCHI, p. 136, fig. 4f.  
1992a *Sollasites* sp. BALDANZA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 13.  
1992 *Sollasites* spp. COBIANCHI, p. 94, fig. 20 e.  
1993 *Biscutum grandis* BOWN; MATTIOLI, lám. 1, figs. 10-11.  
1995 *Biscutum grandis* BOWN; MATTIOLI, lám. 1, figs. 8-11.  
1996 *Biscutum grande* BOWN; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 3, fig. 7.  
1998 *Biscutum grande* BOWN; BOWN & COOPER, lám. 4.4, fig. 14; lám. 4.12, figs. 15-16.

- 1999 *Biscutum grande* BOWN; MATTIOLI & ERBA, p. 367, lám. 2, fig. 2.  
 2002 *Biscutum grande* BOWN; PERILLI & COMAS-RENGIFO, p. 141, lám. 1, fig. 11.  
 2004a *Biscutum grande* BOWN; MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, fig. 4a.  
 2005 *Biscutum grande* BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 3, fig. 4.  
 2006 *Biscutum grande* BOWN; PERILLI & DUARTE, lám. 1, figs. 3-4.  
 2007a *Biscutum grandis* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, p. 250, lám. 2, fig. 4.  
 2007b *Biscutum grande* BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 5d.  
 2007c *Biscutum grande* BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 1.4.  
 2008a *Biscutum grandis* BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.9.

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 44): "A large, normal to narrowly elliptical species of *Biscutum* possessing a bicyclic distal shield and a relatively large central area spanned by a thin bar bearing a central spine base".

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 44): Una especie de *Biscutum* larga, normal o estrechamente elíptica con un escudo distal bicíclico y un área central relativamente larga ocupada por una barra delgada que soporta la base una espina central.

*Descripción*: En las muestras estudiadas, *B. grande* es la especie de mayor tamaño dentro del género *Biscutum*. Su forma es elíptica, y tiene un área central también elíptica. Su escudo distal es bicíclico. El ciclo externo está constituido por entre veinticinco y treinta elementos rectangulares unidos por suturas radiales, y el ciclo externo está formado por cerca de treinta elementos cuadrados dispuestos tangencialmente y unidos por suturas radiales (Lám. 2, figs. 4-5). No ha sido posible observar su escudo proximal en detalle. Utilizando el LM, con los nícoles cruzados, *B. grande* muestra un ciclo externo con colores de birrefringencia tendentes al gris, y una zona muy brillante rodeando su área central, en cuyo margen interno pueden reconocerse dos pequeños lóbulos según la dirección del eje menor de la elipse (Lám. 7, figs. 1-2). Dichos lóbulos son consecuencia de la rotura de una fina barra que soporta la base de una espina corta y delgada, que no se conserva en ninguno de los especímenes identificados.

*Dimensiones*: Longitud: 6,1 - 9,8  $\mu\text{m}$  (media: 7,5  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 4,9 - 7,3  $\mu\text{m}$  (media: 6,2  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 18).

*Discusión*: *Biscutum grande* se diferencia del resto de las especies del mismo género, y especialmente de *B. intermedium* BOWN, 1987b, por su mayor tamaño y por su forma elíptica, así como por la estructura interna que presenta en su área central.

*Distribución geográfica y estratigráfica*:

- Italia. FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior), LO: Toarciense Inferior (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Aalenense Superior (MATTIOLI & ERBA, 1999).

- NO de Europa. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachienne Superior), LO: ¿? (PRINS, 1969); FO: Zona Margaritatus (Pliensbachienne Superior), LO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior) (BOWN, 1987b; BOWN & YOUNG, 1997).
  - Portugal. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachienne Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachienne Superior) (BOWN, 1987b).
  - En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *B. grande* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas, con un registro discontinuo y una baja abundancia relativa.
    - Sección de Tudanca. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus (Pliensbachienne Superior).
    - Sección de Santotis. FO: Zona Stokesi (Pliensbachienne Superior).
    - Sección de Camino. FO: Zona Stokesi, Subzona Monestieri (Pliensbachienne Superior).
    - Sección de San Andrés. FO: Zona Stokesi (Pliensbachienne Superior).
- Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b, 2008a, 2008b) y PERILLI *et al.* (2010) para las cuatro secciones mencionadas. En la Cuenca Vasco-Cantábrica, PERILLI *et al.* (2004) situaron la FO y la LO de *B. grande* en la Zona Stokesi, Subzona Celebratum, y en la Zona Serpentinum, Subzona Strangewaysi, respectivamente. Sin embargo, en la Cordillera Ibérica, PERILLI (2000) situó la LO de *B. grande* en la Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior).
- En Asturias, *B. grande* se ha identificado en los dos secciones investigadas, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja.
    - Sección de E Rodiles. FO: Zona Stokesi, Subzona Monestieri (Pliensbachienne Superior).

*Biscutum intermedium* BOWN, 1987b

(Lám. 7, fig. 3)

1969 *Palaeopontosphaera inconspicua*, PRINS, lám. 2, fig. 13 [*nomem nudum*].

1987b *Biscutum intermedium* BOWN, p. 47, lám. 13, figs. 26-28; text-fig. 14.

1998 *Biscutum intermedium* BOWN; BOWN & COOPER, lám. 4.12, figs. 17-18.

2004a *Biscutum intermedium* BOWN; MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, fig. 4g.

2008 *Biscutum intermedium* BOWN; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, figs. 5.5-5.6.

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 47): "A broadly elliptical species of *Biscutum* which possesses a deep central area, lined with an inner distal cycle of elements, and spanned by a broad bar which is aligned at about 20°, lockwise, to the minor axis of the ellipse; the bar is perforated by a large central, circular or elliptical hole or spine base".

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 47): Una especie de *Biscutum* ampliamente elíptica que posee un gran área central, enmarcado por un ciclo interior distal de elementos, y atravesado por una amplia barra que se alinea a unos 20°, en el sentido de la agujas del reloj, respecto al eje menor de la elipse; la barra está perforada por un gran agujero central, circular o elíptico o la base de un espinal.

*Descripción:* Cocolito relativamente grande y de forma elíptica, con un área central también elíptica y de grandes dimensiones en relación con el tamaño total del cocolito. *Biscutum intermedium* posee una barra que atraviesa su área central siguiendo el eje menor de la elipse. En las muestras que presentan un mal estado de preservación, no ha sido posible observar esta barra. Con los nícoles cruzados, *B. intermedium* presenta un collar rodeando su área central, blanco y muy brillante. Los colores de birrefringencia del resto del cocolito son generalmente grises y su figura de extinción presenta cuatro sectores divididos por dos líneas de extinción oblicuas (Lám. 7, fig. 3). No ha sido posible identificar esta especie con el SEM, debido a su escasa abundancia en las muestras estudiadas.

*Dimensiones:* Longitud: 4,8 - 6,8  $\mu\text{m}$  (media: 5,8  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 3,8 - 5,3  $\mu\text{m}$  (media: 4,5  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 19).

*Discusión:* *Biscutum intermedium* presenta unas propiedades ópticas muy similares a las de *B. grande*, y se diferencia de esta especie por su mayor elipticidad, y las grandes dimensiones que muestra su área central en relación con el tamaño total del cocolito.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- NO de Europa. FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: ¿? (PRINS, 1969); FO: Zona Levesquei (Toarciense Superior), LO: Zona Aalensis (Toarciense Superior) (BOWN, 1987b); FO: Toarciense Inferior, LO: Bajociense (MATTIOLI *et al.*, 2004a).
- Portugal. FO: Toarciense Superior, LO: Bajociense (BOWN, 1987b); FO: Zona Opalinum (Aalenense Inferior), LO: Zona Discus (Bathonense Superior) (BOWN & YOUNG, 1997).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, esta especie se ha identificado únicamente en las secciones de Camino y San Andrés, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja.
  - Sección de Camino. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus (Pliensbachense Superior).
  - Sección de San Andrés. FO: Zona Stokesi, Subzona Celebratum (Pliensbachense Superior).

Los mismos resultados fueron mostrados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002).
- En Asturias, *B. intermedium* se ha reconocido en las dos secciones estudiadas de manera discontinua y con una abundancia relativa muy baja.
  - Sección de E Rodiles. FO: Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus (Pliensbachense Superior).
  - Sección de O Rodiles. FO: Zona Spinatum, Subzona Apyrenum (Pliensbachense Superior).

*Biscutum novum* (GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979) BOWN, 1987a  
(Lám. 2, figs. 6-8; Lám. 7, figs. 4-5)

- p.p. 1965a *Palaeopontosphaera dubia* NOËL, pp. 76-78, lám. 7, figs. 2-4, 11-13; text-fig. 8.  
1969 *Striatococcus grandiculus* PRINS, lám. 2, fig. 14 [*nomem nudum*].
- p.p. 1973 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; *emend.* NOËL, p. 117, lám. 13, fig. 3.  
1973 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; ROOD, HAY & BARNARD, p. 378, lám. 3, fig. 1.  
1974 *Palaeopontosphaera dubia* NOËL; BARNARD & HAY, lám. 2, fig. 2; lám. 5, fig. 1.  
1974 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN *in* GRÜN, PRINS & ZWEILI, pp. 297-298, lám. 14, figs. 1-3.  
1977 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; NICOSIA & PALLINI, p. 270, lám. 2, fig. 1.  
1977 *Biscutum ellipticum* (GORKA) GRÜN; HAMILTON, lám. 1, fig. 7; lám. 3, fig. 7.  
1979 *Palaeopontosphaera nova* GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, p. 42, lám. 4, fig. 5.  
1981 *Palaeopontosphaera nova* GOY; GOY, pp. 52-53, lám. 19; figs. 4-7; lám. 20, figs. 1-2; text-fig. 12.  
1984 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; CRUX, p. 168, figs. 9 (5, 6); fig. 13 (6).  
1986 *Biscutum* sp. YOUNG, TEALE & BOWN, lám. 1, fig. F.  
1987a *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; CRUX, p. 53, lám. 1, figs. 1-2.
- non 1987a *Biscutum novum* (GOY) BOWN, lám. 2, figs. 1-2.  
1987b *Biscutum novum* (GOY) BOWN; BOWN, pp. 41-42, lám. 5, figs. 15-17 [*non* figs. 13-14]; lám. 13, figs. 19-20; text-fig. 11.  
1988 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; BOWN, COOPER & LORD, lám. 1, figs. 8-9.  
1988 *Palaeopontosphaera nova* GOY; ANGELOZZI, p. 140, lám. 1, fig. 3.  
1990 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; COBIANCHI, p. 134, fig. 4b.  
1990 *Biscutum* aff. *dubium* NOËL; COBIANCHI, p. 133, fig. 4a.  
1990 *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; BALDANZA, CRESTA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 1.
- p.p. 1992 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; COBIANCHI, pp. 92-93, fig. 19b [*non* figs. 19c,d].  
1992 *Biscutum* aff. *dubium* NOËL; COBIANCHI, p. 92, figs. 18, 19a.  
1992a *Biscutum dubium* (NOËL) GRÜN; BALDANZA & MATTIOLI, p. 48, lám. 1, fig. 6.  
1993 *Discorhabdus novus* DE KAENEL & BERGEN, pp. 884-885, lám. 3, figs. 1-5.  
1994 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; GARDIN & MANIVIT, lám. 2, figs. 3-4.  
1996 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 2, figs. 4-5.  
1997 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; MATTIOLI, lám. 1, fig. 7.  
1998 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; BOWN & COOPER, lám. 4.4, figs. 16-17; lám. 4.12, figs. 19-21.  
2003 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, figs. 11.1-11.2.  
2004a *Similiscutum novum* (GOY) MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, fig. 4h.  
2005 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 3, figs. 7-9.  
2006 *Biscutum novum* (GOY) BOWN; PERILLI & DUARTE, lám. 2, fig. 17.  
2007a *Biscutum novum* (GOY) BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 250-251, lám. 2, fig. 5.  
2007b *Biscutum novum* (GOY) BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 5g-i.  
2007c *Biscutum novum* (GOY) BOWN; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 1.7-1.8.  
2006 *Similiscutum novum* (GOY) MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN; AGUADO, O'DOGHERTY & SANDOVAL, fig. 5.8.  
2008a *Biscutum novum* (GOY) BOWN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.8.

*Diagnosis* (GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979, p. 42): “Une espèce du genre *Palaeopontosphaera* avec une aire centrale imperforée, la hampe centrale étant reliée en tout point à la couronne marginale. Présence d’un sillon caractéristique en face proximale”.

*Diagnosis* (GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979, p. 42): Una especie del género *Palaeopontosphaera* con un área central imperforado, la espina central está sujeta a su alrededor por un borde marginal. La presencia de un surco es característica en vista proximal.

*Descripción:* Cocolito subelíptico con un área central también subelíptica, generalmente de pequeñas dimensiones, rellena de pequeños cristales de calcita, pero sin estructuras internas reconocibles. *Biscutum novum* posee dos escudos unicíclicos. Su escudo distal está formado por entre dieciséis y dieciocho elementos sin imbricación y unidos a los largo de suturas radiales (Lám. 2, figs. 6,8). Su escudo proximal es más estrecho y está constituido por entre dieciocho y veinte elementos no imbricados unidos a través de suturas en zig-zag (Lám. 2, fig. 7). Con el LM y al cruzar los nícoles, *B. novum* muestra colores de birrefringencia de primer orden, tendentes al blanco brillante, y su figura de interferencia parece estar dividida en cuatro partes por la cruz de extinción (Lám. 7, figs. 4-5).

*Dimensiones:* Longitud: 3,5 - 6,4  $\mu\text{m}$  (media: 5,0  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 2,4 - 5,3  $\mu\text{m}$  (media: 3,9  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 20).

*Discusión:* Al igual que ocurre con *B. finchii*, MATTIOLI *et al.* (2004a) incluyeron esta especie dentro del género *Similiscutum*, basándose en los resultados obtenidos de un análisis biométrico detallado de la Familia Biscutaceae, y en las observaciones realizadas con el SEM. Sin embargo, en esta Tesis Doctoral, *B. novum* se ha incluido en el género *Biscutum*, teniendo en cuenta sus características morfológicas, su tamaño y las propiedades ópticas que presenta al observarla con el LM, con los nícoles cruzados. *Biscutum novum* se diferencia de *B. finchii* y *B. grande* por su talla relativamente pequeña en el material estudiado, su forma subelíptica y el tamaño reducido de su área central, carente de un collar interno brillante. En ocasiones, *B. novum* se puede confundir con *B. dubium*, incluyendo dentro de la primera algún morfotipo de la segunda con similares características.

#### *Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Levesquei (Toarciense Superior) (CRUX, 1984; CRUX, 1987b); FO: Pliensbachense, LO: Bajociense (MATTIOLI *et al.*, 2004a).
- Francia. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Bathoniense Superior (GARDIN, 1997).
- Italia. FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior), LO: Toarciense Superior (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Aalenense Superior (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior), LO: ¿? (PRINS, 1969); FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior), LO: Bajociense Superior (BOWN, 1987a, 1987b; BOWN & YOUNG, 1997); FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Bathoniense Superior (BOWN & COOPER, 1998).
- Portugal. FO: Sinemuriense Superior, LO: Bajociense Inferior (BOWN, 1987b); FO: Zona Margaritatus (DE KAENEL & BERGEN, 1993).

- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *B. novum* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja, que aumenta progresivamente hacia el techo de las secciones.

- Sección de Tudanca. FO: Zona Davoei, Subzona Capricornus (Pliensbachense Inferior).
- Sección de Santotis. FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior).
- Sección de Camino. FO: Zona Stokesi, Subzona Monestieri (Pliensbachense Superior).
- Sección de San Andrés. FO: Zona Stokesi (Pliensbachense Superior).

Los mismos resultados mostraron PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), PERILLI *et al.* (2004, 2010) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b, 2008a, 2008b) para las cuatro secciones mencionadas.

- En Asturias, *B. novum* se ha identificado con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja en la sección de E Rodiles, mientras que en O Rodiles presenta un registro relativamente continuo y una alta abundancia relativa durante todo el intervalo.

- Sección de E Rodiles. FO: Zona Stokesi, Subzona Monestieri (Pliensbachense Superior).

Familia **Biscutaceae** BLACK, 1971 *emend.* BOWN, 1987b

Género ***Similiscutum*** DE KAENEL & BERGEN, 1993 *emend.* MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, 2004a

*Especie tipo: Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN, 1993.

*Original diagnosis* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, pp. 872-873): "Circular to elliptical Biscutaceae having a proximal shield constructed of elements that have a light proximal extension near the inner rim margin and may form a separate inner proximal cycle. The resulting ring extinction pattern is bicyclic with a bright, narrow inner rim cycle and a broad, faint outer rim cycle. The distal shield is unicyclic and the proximal shield is often visible at the base of the central area. The small central area may be imperforate, open or spanned by a variety of central structure".

*Diagnosis original* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, pp. 872-873): Biscutaceae circular a elíptico con un escudo proximal constituido por elementos con una ligera extensión proximal cercana al margen interno formando un ciclo proximal interno separado. El patrón de extinción resultante del anillo es bicíclico, con un ciclo interno estrecho y brillante, y un ciclo externo pálido y ancho. El escudo distal es unicíclico y el escudo proximal es visible en ocasiones en la base del área central. El pequeño área central puede estar imperforado, abierto u ocupado por una variedad de estructuras centrales.



*Emended diagnosis* (MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, 2004a, p. 24): “Normal to broadly elliptical placolith coccoliths with R-crystal unit proximal shield and V-crystal-unit distal shield. The distal shield is unicyclic. The small central area may be imperforate, open, or spanned by a variety of central structures”.

*Diagnosis enmendada* (MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, 2004a, p. 24): Cocolito placolito de normal a ampliamente elíptico con cristales-R en su escudo proximal y cristales-V en su escudo distal. El escudo distal es unicíclico. El pequeño área central puede estar imperforado, abierto u ocupado por una variedad de estructuras centrales.

*Descripción*: Género incluido en el grupo morfológico de los placolitos radiados (BOWN, 1987a), pudiéndose reconocer cada uno de los elementos que lo forman por separado. Sus especímenes, de tamaño relativamente pequeño y con formas entre circulares y subelípticas, están constituidos por dos escudos con elementos no imbricados. Su escudo distal es unicíclico y posee entre quince y dieciocho elementos unidos mediante suturas radiales o ligeramente en zig-zag. Los elementos que componen el escudo proximal tienen unas extensiones distales que dan lugar a un ciclo interno. Su área central es pequeña y puede estar abierta, imperforada o rellena por una variedad de estructuras. Usando el LM, con nícoles cruzados, los especímenes de este género muestran un amplio rango de colores de birrefringencia entre el blanco y el gris.

*Similiscutum avitum* DE KAENEL & BERGEN, 1993

(Lám. 2, figs. 9-11; Lám. 7, fig. 6)

- 1969 *Palaeopontosphaera crucifera* PRINS, lám. 2, fig. 10 [*nomem nudum*].
- 1977 *Calyculus cribrum* (NOËL, 1973); HAMILTON, p. 586, lám. 1, fig. 9.
- 1987a *Biscutum novum* (GOY) BOWN, lám. 2, figs. 1-2.
- 1987b *Biscutum novum* (GOY) BOWN, 1987a; BOWN, p. 33, lám. 5, fig. 13.
- 1993 *Similiscutum avitum* DE KAENEL & BERGEN, pp. 874-875, lám. 1, figs. 12-14; lám. 2, figs. 1-4.
- 1998 *Similiscutum ?avitum* DE KAENEL & BERGEN; BOWN & COOPER, lám. 4.5, fig. 5.
- non 2002 *Similiscutum avitum* DE KAENEL & BERGEN; PERILLI & COMAS-RENGIFO, p. 141, lám. 1, figs. 21-22.
- 2004a *Similiscutum avitum* DE KAENEL & BERGEN; MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, fig. 4b.
- 2007a *Similiscutum avitum* DE KAENEL & BERGEN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 252-253, lám. 2, fig. 7.

*Diagnosis* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, pp. 874-875): “A small, normally to broadly elliptical species of *Similiscutum* with an open central area”.

*Diagnosis* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, pp. 874-875): Una especie de *Similiscutum* pequeña, normalmente a ampliamente elíptica con un área central abierta.

*Descripción*: Cocolito de forma entre subelíptica y elíptica con un área central elíptica muy reducida, en la que en ocasiones se observa una perforación. Su escudo distal es unicíclico y está constituido por entre dieciséis y veinte elementos rectangulares, que no están imbricados y muestran suturas radiales (Lám. 2, fig. 10). No ha sido posible

observar el escudo proximal en detalle. Al cruzar los nícoles del LM, se puede reconocer una figura de interferencia en su área central formada por cuatro placas de tamaño diminuto, dispuestas dos de ellas según el eje mayor de la elipse y las otras dos, más pequeñas, según el eje menor de la elipse (Lám. 7, fig. 6). El cocolito muestra un patrón de extinción bicíclico, con una zona central altamente birrefringente, con colores de primer orden tendentes al blanco, y una zona externa más amplia con tonalidades grises muy variadas.

*Dimensiones:* Longitud del cocolito: 3,4 - 5,1  $\mu\text{m}$  (media: 4,0  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,5 - 3,6  $\mu\text{m}$  (media: 3,0  $\mu\text{m}$ ); Longitud del área central: 1,2 - 2,4  $\mu\text{m}$  (media: 1,9  $\mu\text{m}$ ); Anchura del área central: 0,9 - 2,1  $\mu\text{m}$  (media: 1,4  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 21).

*Discusión:* *Similiscutum avitum* se distingue de *S. orbiculus* DE KAENEL & BERGEN, 1993 por su contorno elíptico y de *S. cruciulus* DE KAENEL & BERGEN, 1993 por no presentar una estructura con forma de cruz en su área central. En el material estudiado, la especie *S. avitum* puede englobar especímenes de *S. precarium* DE KAENEL & BERGEN, 1993 en mal estado de preservación, ya que ambas especies presentan una forma muy similar.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Italia. FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior), LO: Toarciense Superior (COBIANCHI, 1990, 1992).
- Marruecos. FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Emaciatum (Pliensbachense Superior) (DE KAENEL & BERGEN, 1993).
- NO de Europa. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior) (BOWN & YOUNG, 1997).
- Suiza. FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior) (DE KAENEL & BERGEN, 1993).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *S. avitum* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas. En Tudanca, Santotis y Camino, presenta un registro generalmente discontinuo y una baja abundancia relativa, que aumenta notablemente en las zonas Ibex, Davoei y Stokesi y en los niveles inferiores de la Zona Margaritatus. En San Andrés, *S. avitum* se identifica en todo el intervalo con un registro continuo y una alta abundancia relativa hasta los niveles superiores de la Zona Margaritatus, a partir de los cuales es menos abundante y su registro es discontinuo.
  - Sección de Tudanca. FO: Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni (Pliensbachense Inferior).
  - Sección de Santotis. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior).
  - Sección de Camino. FO: Zona Jamesoni, Subzona Brevispina (Pliensbachense Inferior).

Los mismos resultados fueron mostrados en PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a). En la Cuenca Vasco-Cantábrica, PERILLI *et al.* (2004)

situaron la FO y la LO de *S. avitum* en la Zona Jamesoni, Subzona Brevispina, y en la Zona Serpentinum, Subzona Strangewaysi, respectivamente.

- En Asturias, *S. avitum* se ha identificado en las dos secciones estudiadas, con un registro discontinuo y baja abundancia relativa.

- Sección de E Rodiles. FO: Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni (Pliensbachiense Inferior).

*Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN, 1993

(Lám. 2, fig. 12; Lám. 7, figs. 7-8)

- 1969 *Palaeopontosphaera repleta* PRINS, lám. 2, fig. 11 [*nomem nudum*].  
 1987b *Biscutum novum* (GOY) BOWN, 1987a; BOWN, p. 33, lám. 5, fig. 14.  
 1990 *Biscutum* aff. *B. novum* (GOY) BOWN; COBIANCHI, pp. 134,136, fig. 4c.  
 p.p. 1992 *Biscutum* aff. *B. novum* (GOY) BOWN; COBIANCHI p. 93, fig. 19e.  
 1993 *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN, p. 875, lám. 2, figs. 5-11.  
 1998 *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; BOWN & COOPER, lám. 4.5, figs. 3-4; lám. 4.12, figs. 28-30.  
 1999 *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; MATTIOLI & ERBA, lám. 1, fig. 13.  
 1999 *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; MATTIOLI & ERBA, lám. 1, fig. 17.  
 2002 *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, figs. 23-24.  
 2002 *Similiscutum avitum* DE KAENEL & BERGEN; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, figs. 21-22.  
 2004a *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, fig. 4a.  
 2004a *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, fig. 4c.  
 2005 *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, fig. 29.  
 2005 *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, fig. 30.  
 2006 *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; PERILLI & DUARTE, lám. 2, figs. 1-2.  
 2007 *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; BOUR, MATTIOLI & PITTET, lám. 1, fig. 12.  
 2007a *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 253-254, lám. 2, fig. 8.  
 2007a *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3i.  
 2007b *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 6o.  
 2007b *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 6n.  
 2007c *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 2.14.  
 2007c *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 2.13.  
 2008a *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.6.

*Diagnosis* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, p. 875): "A small to medium-sized, subcircular species of *Similiscutum* with a small central opening spanned by a cross, which may support a distal projection".

*Diagnosis* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, p. 875): Una especie de *Similiscutum* de talla pequeña a media, con una pequeña apertura central ocupada por una cruz, que puede soportar una proyección distal.

*Descripción*: Cocolito subcircular en el que se pueden reconocer individualmente cada uno de los elementos que lo forman, adquiriendo un aspecto estriado. Su escudo distal es unicíclico y está constituido por entre quince y veinte elementos rectangulares no imbricados y unidos por suturas radiales (Lám. 2, fig. 12). No ha sido posible observar

su escudo proximal en detalle. Utilizando el LM, con los nícoles cruzados, se observa una figura de interferencia muy característica en su área central pequeña y circular, que consiste en una delicada estructura en forma de cruz con cuatro placas bien diferenciadas y altamente birrefringentes (Lám. 7, fig. 8). El resto del cocolito presenta colores de birrefringencia de segundo orden, abarcando un amplio rango de grises.

*Dimensiones:* Longitud del cocolito: 3,1 - 4,6  $\mu\text{m}$  (media: 3.7  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,5 - 3,7  $\mu\text{m}$  (media: 3,2  $\mu\text{m}$ ); Longitud del área central: 1,0 - 2,1  $\mu\text{m}$  (media: 1,7  $\mu\text{m}$ ); Anchura del área central: 0,8 - 1,8  $\mu\text{m}$  (media: 1,4  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 22).

*Discusión:* *Similiscutum cruciulus* se ha diferenciado de *S. orbiculus* y *S. avitum* por la estructura en forma de cruz que presenta en su área central y por su forma subcircular.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Italia. FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Serpentinum (Toarciense Inferior) (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Discites (Bajociense Inferior) (MATTIOLI & ERBA, 1999).
  - Marruecos. FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Emaciatum (Pliensbachense Superior) (DE KAENEL & BERGEN, 1993).
  - NO de Europa. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior) (BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
  - Portugal. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Toarciense Inferior (DE KAENEL & BERGEN, 1993).
  - En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *S. cruciulus* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas. En Tudanca y Santotis, presenta un registro discontinuo y una baja abundancia relativa. En Camino, *S. cruciulus* muestra un registro más continuo y una abundancia relativa más alta en las zonas Davoei y Stokesi y en los niveles inferiores de la Zona Margaritatus, a partir de los cuales, se ha reconocido de forma discontinua y con una menor abundancia. En San Andrés, *S. cruciulus* se ha identificado en todo el intervalo con un registro continuo y una abundancia relativa muy alta desde la base hasta los niveles inferiores de la Zona Margaritatus, a partir de los cuales se reconoce de manera menos continua y abundante.
    - Sección de Tudanca. FO: Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni (Pliensbachense Inferior).
    - Sección de Santotis. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior).
    - Sección de Camino. FO: Zona Jamesoni, Subzona Brevispina (Pliensbachense Inferior).
- Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), PERILLI *et al.* (2004, 2010) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b, 2008a, 2008b), para las cuatro secciones mencionadas.
- En Asturias, *S. cruciulus* se ha identificado en las dos secciones estudiadas, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja.

- Sección de E Rodiles. FO: Zona Jamesoni, Subzona Brevispina (Pliensbachiense Inferior).

*Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN, 1993

(Lám. 7, fig. 9)

- 1993 *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN, pp. 873-874, lám. 1, figs. 1-11.  
 non 1999 *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; MATTIOLI & ERBA, lám. 1, fig. 17.  
 non 2004a *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; MATTIOLI, PITTET, YOUNG & BOWN, fig. 4c.  
 non 2005 *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, fig. 29.  
 2007a *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, p. 252, lám. 2, fig. 6.  
 non 2007b *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 6n.  
 non 2007c *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 2.13.

*Diagnosis* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, pp. 873-874): "A very small to small, subcircular to circular species of *Similiscutum* with a small central perforation".

*Diagnosis* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, pp. 873-874): Una especie de *Similiscutum* de muy pequeña a pequeña, subcircular a circular con una pequeña perforación central.

*Descripción*: Cocolito que se caracteriza por presentar una forma generalmente circular, y un área central muy reducida también circular en cuyo interior, cruzando los nícoles, en ocasiones se pueden reconocer cuatro pequeñas placas. Con los nícoles cruzados, el patrón de extinción es bicíclico, observándose unas zonas con colores de birrefringencia de primer orden (área central) y otras que abarcan un amplio rango de grises. Su aspecto con nícoles cruzados es estriado, pudiendo reconocerse en algunos casos, cada uno de los cristales que forman el cocolito (Lám. 7, fig. 9). No ha sido posible identificar especímenes de *S. orbiculus* con el SEM.

*Dimensiones*: Longitud del cocolito: 3,3 - 4,6  $\mu\text{m}$  (media: 3,9  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,8 - 4,1  $\mu\text{m}$  (media: 3,4  $\mu\text{m}$ ); Longitud del área central: 1,3 - 2,0  $\mu\text{m}$  (media: 1,6  $\mu\text{m}$ ); Anchura del área central: 1,0 - 1,6  $\mu\text{m}$  (media: 1,3  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 23).

*Discusión*: *Similiscutum orbiculus* se distingue de *S. cruciulus* por la estructura central en forma de cruz que ésta presenta, y de *S. avitum* por su forma circular. *Similiscutum orbiculus* y *S. avitum* pueden confundirse entre ellas, especialmente si se trata de especímenes mal preservados o de morfologías similares dentro de ambas especies.

*Distribución geográfica y estratigráfica*:

- Italia. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachiense Inferior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Jamesoni (Pliensbachiense Inferior), LO: Toarciense Inferior (MATTIOLI & ERBA, 1999).

- Marruecos. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachienne Inferior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (DE KAENEL & BERGEN, 1993).
  - NO de Europa. FO: Zona Spinatum (Pliensbachienne Superior), LO: ¿? (PRINS, 1969); FO: Zona Jamesoni (Pliensbachienne Inferior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (BOWN & YOUNG, 1997).
  - Suiza. FO: Zona Ibex (Pliensbachienne Inferior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (DE KAENEL & BERGEN, 1993).
  - En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *S. orbiculus* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas. En Tudanca y Santotis, presenta un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja, mientras que en Camino y San Andrés, se reconoce de manera continua y con una elevada abundancia.
    - Sección de Tudanca. FO: Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni (Pliensbachienne Inferior).
    - Sección de Santotis. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachienne Inferior).
    - Sección de Camino. FO: Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni (Pliensbachienne Inferior).
- Los mismos resultados fueron publicados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), FRAGUAS et al. (2007a, 2008a) y PERILLI et al. (2010), para las cuatro secciones consideradas.
- En Asturias, *S. orbiculus* se ha identificado únicamente en la sección de E Rodiles con un registro muy discontinuo y una abundancia relativa muy baja.
    - Sección de E Rodiles. FO: Zona Ibex, Subzona Valdani (Pliensbachienne Inferior).

Familia **Caliculaceae** NOËL, 1973 *emend.* GOY, 1981

*Original diagnosis* (NOËL, 1973, p. 115): “*Coccolithes elliptiques à subcirculaires, en forme de calice à ouverture centrale conique et profonde, dont les éléments constitutifs subverticaux sont élargis et aplatis dans leur portion distale; aire centrale fermée par une grille*”.

*Diagnosis original* (NOËL, 1973, p. 115): Cocolitos elípticos a circulares, con forma de cáliz con una apertura central profunda y cónica, constituidos por elementos subverticales que se ensanchan y aplanan en su región distal; el área central está cerrada por una parrilla.

*Emended diagnosis* (GOY, 1981, p. 53): “*Groupe des coccolithes elliptiques à subcirculaire, à ouverture centrale plus ou moins conique et profonde; les éléments constitutifs de la marge, subverticaux, sont élargis et aplatis dans leur portion distale. En position basale, une série d’éléments très peu élevés supporte une structure centrale d’allure très variable*”.

*Diagnosis enmendada* (GOY, 1981, p. 53): Grupo de cocolitos elípticos a subcirculares, con una apertura central más o menos cónica y profunda; los elementos que constituyen su borde están subverticalmente ensanchados y aplanados en su porción distal. En posición basal, una serie de elementos de muy pequeña altura soporta una estructura central de aspecto muy variable.

*Observaciones:* Los miembros de esta familia presentan una estructura típica de placolito radiado, cuyos escudos están constituidos por elementos no imbricados y unidos mediante suturas radiales. Esta familia incluye los géneros *Calyculus* y *Carinolithus*.

Género ***Calyculus*** NOËL, 1973 *emend.* CRUX, 1987a

*Especie tipo:* *Calyculus cribum* (NOËL, 1973) GOY, 1981.

*Original diagnosis* (NOËL, 1973, p. 115): “*Coccolithes elliptiques à subcirculaires, constitués d’éléments subverticaux, juxtaposés, élargis et aplatis dans leur portion distale; l’aire centrale légèrement conique, profonde, fermée par une grille*”.

*Diagnosis original* (NOËL, 1973, p. 115): Cocolitos elípticos a subcirculares constituidos por elementos subverticales, yuxtapuestos, alargados y aplanados en su región distal; el área central es ligeramente cónica, profunda y está cerrada por una parrilla.

*Emended diagnosis* (CRUX, 1987a, p. 53): “*A genus of coccolithoporids which can bear two forms of coccolith, a flat form with an open centre placolith structure consisting of radiating elements, and a second similar form but with elongated distal elements which can make a high outer wall to the coccolith. Both types of coccolith have an identical central grill. Differences in the character of the central grill allow different species to be recognised within the genus Calyculus*”.

*Diagnosis enmendada* (CRUX, 1987a, p. 53): Un género de cocolitofórido que puede presentar dos tipos de cocolitos, uno de tipo placolito, plano, con elementos radiales y un área central abierta, y un segundo tipo similar pero con elementos distales alargados que proporcionan al cocolito una pared más alta. Ambos tipos de cocolitos presentan un enrejado central similar. Las diferencias en las características de este enrejado son las que permiten reconocer las distintas especies del género *Calyculus*.

*Descripción:* Se trata de un género incluido dentro del grupo morfológico de los placolitos radiados (BOWN, 1987a), en el que se puede reconocer cada uno de los elementos que lo constituyen por separado. En su área central no se observan estructuras complejas, ya que no se conserva la estructura original en forma de reja, encontrándose generalmente rellena de diminutos gránulos de calcita. Con nícoles

cruzados, muestra colores de birrefringencia de primer orden, tendentes al blanco brillante.

*Calyculus* spp.

(Lám. 3, figs. 2-3; Lám. 7, figs. 10-12)

Comparar con:

- 1969 *Carinolitus fistulatus* PRINS, p. 549, lám. 1, fig. 6 [*nomen nudum*].
- 1977 *Calyculus* spp., HAMILTON, lám. 3, figs. 8-9.
- 1980 *Calyculus?* sp., GRÜN & ZWEILI, p. 287, lám. 12, fig. 8.
- 1982 ? *Calyculus* sp., GASPARIKOVÁ, lám. 63, figs. 3,6.
- 1984 *Calyculus* sp., CRUX, fig. 13 (17).
- 1987a *Calyculus noelae* ssp. *recondita* GOY, 1981; CRUX, pp. 52-54, lám. 1, fig. 13.
- 1987b *Calyculus* spp., CRUX, lám. 2, figs. 9-10.
- 1987b *Calyculus* sp. indet., BOWN, p. 54, lám. 7, figs. 14-18; lám. 14, figs. 13-14.
- 1990 *Calyculus* spp., COBIANCHI, p. 136, fig. 4g.
- 1992 *Calyculus* spp., REALE, BALDANZA, MONECHI & MATTIOLI, p. 64, lám. 1, figs. 11-14.
- 1992a *Calyculus* spp., BALDANZA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 2.
- 1992 *Calyculus* spp., COBIANCHI, p. 94, fig. 20f.
- 1993 *Calyculus* spp., MATTIOLI, lám. 1, figs. 7-8.
- 1995 *Calyculus* sp. indet., MATTIOLI, lám. 2, figs. 1-2.
- 1995 *Calyculus* sp., STOICO & BALDANZA, lám. 5, figs. 1-2.
- 1996 *Calyculus* sp. PICOTTI & COBIANCHI, lám. 2, fig. 6.
- 1998 *Calyculus* spp. indet., BOWN & COOPER, lám. 4.5, fig. 9; lám. 4.13, figs. 2-5.
- 1999 *Calyculus* sp. indet., MATTIOLI & ERBA, lám. 2, figs. 13-14.
- 2002 *Calyculus* spp., PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, fig. 16.
- 2003 *Carinolitus superbus* (DEFLANDRE); ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, figs. 11.6, 11.8.
- 2005 *Calyculus* sp., VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 3, figs. 11-12.
- 2006 *Calyculus* spp., PERILLI & DUARTE, lám. 2, figs. 4, 18.
- 2007a *Calyculus* spp., FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 254-255, lám. 2, figs. 9-10.
- 2007b *Calyculus* sp., VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 5l-m.
- 2007c *Calyculus* sp., VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 1.11-1.12.
- 2008 *Calyculus?* sp., AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, fig. 5.10.
- 2008 *Calyculus* sp., MATTIOLI, PITTET, SUAN & MAILLIOT, fig. 7.2.

**Descripción:** Se trata de un cocolito alargado, ampliamente elíptico, en el se pueden reconocer individualmente cada uno de los elementos que lo forman. En las muestras estudiadas, este género presenta tamaños muy diferentes. Su escudo distal está constituido por entre quince y dieciocho elementos rectangulares, no-imbricados que forman un área central profunda (Lám. 3, fig. 3). No ha sido posible observar su escudo proximal. Este género presenta un área central abierta, amplia y elíptica, que puede estar rellena de gránulos diminutos y no contiene estructuras reconocibles en su interior (Lám. 7, figs. 10-11). En el LM, al cruzar los núcleos, no muestra una figura de interferencia característica y presenta colores de birrefringencia de primer orden, tendentes al blanco brillante. En vista lateral, esta especie tiene forma de cáliz (Lám. 7, fig. 12).

**Dimensiones:** Longitud del escudo distal: 5,7 - 8,3  $\mu\text{m}$  (media: 6,9  $\mu\text{m}$ ); Anchura del escudo distal: 4,2 - 6,8  $\mu\text{m}$  (media: 5,5  $\mu\text{m}$ ); Altura del cocolito: 2,8 - 5,2  $\mu\text{m}$  (media: 3,9  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 24).



*Discusión:* *Calyculus* spp. se distingue de *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) PRINS in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 por la morfología de cáliz que presenta en vista lateral y por tener un área central más ancha y elíptica, y se diferencia de *C. cantaluppii* COBIANCHI, 1990 por presentar un área central más abierta y un escudo proximal más ancho. En algunas ocasiones, es difícil distinguir entre especímenes de *Calyculus* spp. y *C. poulabronei* MATTIOLI, 1996, pero esta última especie es ligeramente más alargada y presenta un área central menos abierta, y un escudo proximal más pequeño.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Italia. FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Toarciense Superior (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Aalenense Inferior (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Bajociense Inferior (BOWN, 1987b); FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Bajociense Inferior (BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
- Portugal. FO: Zona Semicostatum (Sinemuriense Inferior), LO: Zona Bifrons (Toarciense Inferior) (HAMILTON, 1977).
- En la Cuenca Vasco-cantábrica, se han identificado especímenes pertenecientes al género *Calyculus* de manera discontinua y poco abundante, en las cuatro secciones estudiadas.
  - Sección de Tudanca. FO: Zona Ibex, Subzona Luridum (Pliensbachense Inferior).
  - Sección de Santotis. FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior).
  - Sección de Camino. FO: Zona Ibex, Subzona Masseanum (Pliensbachense Inferior).

Los mismos resultados fueron mostrados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a), para las cuatro secciones mencionadas.

- En Asturias, se han reconocido especímenes del género *Calyculus* en las dos secciones estudiadas. En E Rodiles, presenta un registro discontinuo y una baja abundancia relativa, mientras que en O Rodiles muestra un registro continuo y una baja abundancia relativa, que aumenta notablemente alrededor del límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum, subzonas Semicelatum/Elegantulum.
  - Sección de E Rodiles. FO: Zona Ibex, Subzona Valdani (Pliensbachense Inferior).

Género ***Carinolithus*** PRINS in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 *emend.* BOWN, 1987b

*Especie tipo:* *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) PRINS in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974.

*Original diagnosis* (PRINS in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974, pp. 313-314): “Der extrem Hoch gebaute, distale Kranz, weitet sich distal stark aus. Die proximale Scheibe besteht aus mehr als einem Elementen-Zyklus. Das Zentralfeld ist geschlossen oder zeigt eine sehr enge, unbedeckte Öffnung”.

*Diagnosis original* (PRINS in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974, pp. 313-314): El anillo distal, que es extremadamente alto, se ensancha considerablemente en el extremo distal. El disco proximal se compone de más de un ciclo de elementos. La zona central está cerrada o muestra una apertura descubierta muy estrecha.

*Emended diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 56): “Coccoliths with a small, unicyclic, circular to subcircular proximal shield constructed from wedge-shaped, non-imbricating elements radiating from a central opening, and a spine-like distal shield made up of extremely extended vertical elements forming an elongate, hollow stem which flares distally to create a flat distal surface”.

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987b, p. 56): Cocolitos con un escudo proximal pequeño, unicíclico, de circular a subcircular, construido en forma de cuña, por elementos no imbricados que surgen radialmente de una abertura central, y un escudo distal con forma de espina constituida de elementos verticales extremadamente extensos formado una espina hueca y alargada que se ensancha distalmente creando una superficie plana distal.

*Descripción*: Se trata de un género incluido dentro del grupo morfológico de los placolitos radiados (BOWN, 1987a). Los especímenes pertenecientes a este género se caracterizan por presentar una base pequeña y gruesa de la cual surge una espina hueca de longitud variable, que se va ensanchando hacia su extremo. El canal axial de la espina puede estar más o menos abierto, dependiendo de la especie.

*Carinolithus cantaluppii* COBIANCHI, 1990  
(Lám. 8, figs. 1-2)

1990 *Carinolithus cantaluppii* COBIANCHI, p. 136, fig. 4h.

1992 *Carinolithus cantaluppii* COBIANCHI; COBIANCHI, p. 94, fig. 20g.

2006 *Carinolithus cantaluppii* COBIANCHI; PERILLI & DUARTE, lám. 1, figs. 5,9.

*Diagnosis* (COBIANCHI, 1990, p. 136): “Carinolithus provvisto di un piccolo disco prossimale circolare e di un’ampia espina distale”.

*Diagnosis* (COBIANCHI, 1990, p. 136): *Carinolithus* provisto de un pequeño escudo distal circular y de una amplia espina distal.

*Descripción:* Cocolito con un pequeño escudo proximal del que surge una espina distal. Este proceso central hueco se va ensanchando progresivamente hacia una superficie plana distal, llegando a duplicarse la anchura de su base (Lám. 8, fig. 1). El canal axial de la espina es muy fino y alto. Con los nícoles cruzados, presenta colores de birrefringencia de primer orden, que varían del blanco muy brillante a tonos anaranjados, destacando el color negro del canal axial (Lám. 8, fig. 2). No ha sido posible observar especímenes de *C. cantaluppii* con el SEM, al ser una especie muy poco abundante.

*Dimensiones:* Diámetro del escudo proximal: 2,1 - 2,9  $\mu\text{m}$  (media: 2,4  $\mu\text{m}$ ); Diámetro del escudo distal: 3,1 - 4,2  $\mu\text{m}$  (media: 3,7  $\mu\text{m}$ ); Altura de la espina: 8,2 - 9,9  $\mu\text{m}$  (media: 9,2  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 25).

*Discusión:* *Carinolithus cantaluppii* se distingue de *C. superbus* por tener una espina que se ensancha hasta alcanzar el doble de la anchura de la base, antes de llegar al extremo, y de *C. poulabronei* por poseer esta última especie una espina proporcionalmente más corta y ancha desde la base, con un canal axial más abierto.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Italia. FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Zona Erbaense (Toarciense Superior) (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Zona Meneghinii (Toarciense Superior) (MATTIOLI, 1996); FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Zona Meneghinii (Toarciense Superior) (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- Portugal. FO: Zona Serpentinum (Toarciense Inferior), LO: Toarciense Superior (PERILLI & DUARTE, 2006).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, PERILLI *et al.* (2004) identificaron la FO de *C. cantaluppii* en la Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum (Toarciense Inferior).
- En este trabajo, *C. cantaluppii* se ha identificado únicamente en la sección de O Rodiles (Asturias), con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja en todo el intervalo. FO: Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum (Toarciense Inferior).

*Carinolithus poulabronei* MATTIOLI, 1996  
(Lám. 8, figs. 3-5)

- 1987a *Calculus* sp., CRUX, p. 55, lám. 1, fig. 16.  
 1992 *Calculus* spp., REALE, BALDANZA, MONECHI & MATTIOLI, lám. 1, figs. 11-12.  
 1995 *Calculus* sp. indet., MATTIOLI, lám. 2, figs. 1-2.  
 1996 *Carinolithus poulabronei* MATTIOLI, lám. 2, figs. 9-12.  
 2006 *Carinolithus poulabronei* MATTIOLI; PERILLI & DUARTE, lám. 2, figs. 6,10.  
 2007a *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3h.

*Diagnosis* (MATTIOLI, 1996, pp. 404-406): "A thick species of the genus *Carinolithus* with a reduced proximal shield from which the elements of the distal shield, enlarging upward, extend to form a trumpet-like structure flaring at its distal extremity".

*Diagnosis* (MATTIOLI, 1996, pp. 404-406): Una especie gruesa del género *Carinolithus* con un reducido escudo proximal desde el cual los elementos de este escudo se ensanchan dando lugar a una estructura en forma de trompeta en su extremo distal.

*Descripción*: Cocolito que presenta un escudo proximal del que surge una espina distal hueca que presenta un canal axial abierto y relativamente ancho. Este proceso distal se va alargando y ensanchando progresivamente hacia su extremo (Lám. 8, figs. 3-4). Con los nícoles cruzados, presenta colores de birrefringencia de primer orden, que varían del blanco brillante a tonos amarillentos, realzando el color negro del canal axial de la espina (Lám. 8, fig. 5). Debido al escaso número de muestras en el que *C. poulabronei* ha sido identificada, y a su baja abundancia relativa, no ha sido posible su identificación con el SEM.

*Dimensiones*: Diámetro del escudo proximal: 3,3 - 4,2  $\mu\text{m}$  (media: 3,7  $\mu\text{m}$ ); Diámetro del escudo distal: 6,1 - 7,4  $\mu\text{m}$  (media: 6,8  $\mu\text{m}$ ); Altura de la espina: 7,4 - 9,8  $\mu\text{m}$  (media: 8,6  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 26).

*Discusión*: *Carinolithus poulabronei* ha sido considerada por MATTIOLI (1996), como una forma transicional entre los géneros *Calyculus* y *Carinolithus*. Esta especie se distingue de *Calyculus* spp. por presentar un canal axial más reducido dentro de su espina central hueca y por el tamaño más pequeño del escudo proximal. *Carinolithus poulabronei* se diferencia de *C. superbus* por tener una espina más abierta y ancha, y de *C. cantaluppii* por presentar esta última especie un escudo proximal más pequeño y un canal axial menos abierto.

*Distribución geográfica y estratigráfica*:

- Italia. FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Zona Meneghinii (Toarciense Superior) (MATTIOLI, 1996); FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Zona Opalinum (Aalenense Inferior) (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- En esta investigación, *C. poulabronei* se ha identificado únicamente en la sección de O Rodiles (Asturias), con un registro discontinuo y con una baja abundancia relativa, y es especialmente abundante alrededor del límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum. FO: Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum (Toarciense Inferior).

*Carinolithus superbus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) PRINS in GRÜN,  
PRINS & ZWEILI, 1974  
(Lám. 8, figs. 6-7)

- 1954 *Rhabdolithus superbus* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, p. 160, lám. 15, figs. 24-25; text-fig. 93.
- 1954 *Rhabdolithus sceptrum* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, p. 159, lám. 15, figs. 34-35; text-fig. 94.
- 1954 *Rhabdolithus clavatus* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, p. 160, lám. 15, figs. 36-39.
- 1969 *Carinolithus superbus* DEFLANDRE; PRINS, p. 549, lám. 1, fig. 7 [*nomen nudum*].
- non 1974 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS in GRÜN, PRINS & ZWEILI, p. 313, lám. 15, figs. 1-3; text-fig. 13.
- 1976 *Rhabdolithus* sp. cf. *R. superbus* MOSHKOVITZ & EHRLICH, lám. 8, fig. 7.
- 1977 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; HAMILTON, lám. 4, figs. 2-3.
- 1982 *Discorhabdus ignotus* (GORKA); HAMILTON, lám. 3.1, fig. 6.
- p.p. 1984 *Discorhabdus superbus* (DEFLANDRE) CRUX, p. 168, figs. 13 (19-20).
- 1985 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; PERCH-NIELSEN, figs. 33 (5,6).
- p.p. 1987a *Discorhabdus superbus* (DEFLANDRE) CRUX; CRUX, p. 54, lám. 1, figs. 10-12, 17 [*non* lám. 1, figs. 8-9].
- 1987b *Discorhabdus superbus* (DEFLANDRE) CRUX; CRUX, p. 89, lám. 2, fig. 11.
- 1987a *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; BOWN, lám. 3, figs. 7-8.
- 1987b *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; BOWN, lám. 14, figs. 15-16.
- 1988 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; BOWN, COOPER, & LORD, lám. 1, fig. 14.
- 1990 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; BALDANZA, CRESTA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 3.
- 1990 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; COBIANCHI, p. 136, fig. 4i.
- 1990 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; ERBA, lám. 1, figs. 16-17.
- 1992a *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; BALDANZA & MATTIOLI, lám. 1, figs. 5-8.
- 1992 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; COBIANCHI, p. 94, fig. 20i.
- 1992 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; REALE, BALDANZA, MONECCI & MATTIOLI, p. 64, lám. 2, figs. 18-21.
- 1995 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; MATTIOLI, lám. 2, fig. 6.
- 1995 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; STOICO & BALDANZA, lám. 5, figs. 6, 11, 14; lám. 6, fig. 8.
- 1996 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 2, fig. 7.
- 1997 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; MATTIOLI, lám. 1, figs. 1-3.
- 1998 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; BOWN & COOPER, lám. 4.13, figs. 10-11.
- 1999 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; MATTIOLI & ERBA, lám. 2, fig. 15.
- 2003 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, figs. 11.7, 11.9 [*non* figs. 11.6, 11.8].
- 2006 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; PERILLI & DUARTE, lám. 1, figs. 6, 10.
- 2008 *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE) PRINS; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, fig. 5.10.

*Diagnosis* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954, p. 160): “*Embase petite et épaisse, passant à une hampe d’abord étroite, puis allant en s’évasant pour prendre la forme générale d’une trompette (Haut. 10,3  $\mu$ m; larg. de la base 2,7  $\mu$ m, de l’apex 4,3  $\mu$ m). Morphologiquement analogue aux rhabdolithes de Discosphaera tubifer des mers actuelles, R. superbus en diffère par une taille très supérieure*”.

*Diagnosis* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954, p. 160): Una pequeña, lisa y gruesa base, pasando a un tallo que es estrecho al principio y que luego se abre para tomar la forma general de una trompeta (altura 10,3  $\mu$ m; anchura de la base 2,7  $\mu$ m y anchura del ápice 4,3  $\mu$ m). Morfológicamente análogos a los rhabdolitos de *Discosphaera tubifer* de los mares actuales, *R. superbus* se diferencia por su mayor tamaño.

*Descripción*: Cocolito que presenta un escudo proximal estrecho y pequeño del que surge una espina con forma de trompeta hueca y alargada, estrecha en la base, que se ensancha en su extremo hasta llegar a una superficie distal que puede alcanzar el

doble de la anchura de la base. El canal axial de la espina es muy fino y alto (Lám. 8, figs. 6-7). Con los nícoles cruzados, presenta unos colores de birrefringencia de primer orden, tendentes al blanco brillante, destacando el color negro del canal axial. No ha sido posible identificar esta especie con el SEM, debido a su escasa abundancia.

*Dimensiones:* Diámetro del escudo proximal: 2,1 - 2,9  $\mu\text{m}$  (media: 2,6  $\mu\text{m}$ ); Diámetro del escudo distal: 3,4 - 4,9  $\mu\text{m}$  (media: 4,2  $\mu\text{m}$ ); Longitud de la espina: 7,3 - 9,7  $\mu\text{m}$  (media: 8,7  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 27).

*Discusión:* *Carinolithus superbis* se distingue de *C. cantaluppii* por poseer una espina proporcionalmente más pequeña y estrecha, ensanchándose en su extremo, y de *C. poulabronei* por presentar esta última especie una espina más corta y más ancha desde la base, con un canal axial más abierto. *Carinolithus superbis* se diferencia fácilmente de *Calyculus* spp. por la morfología de trompeta que presenta en vista lateral.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania. FO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior), LO: Toarciense Superior (CRUX, 1984, 1987b).
- Italia. FO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior), LO: Bajociense Inferior (COBIANCHI, 1990, 1992; REALE *et al.*, 1992; MATTIOLI & ERBA, 1999); FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Bajociense Inferior (MATTIOLI, 1996).
- NO de Europa. FO: Zona Levesquei (Toarciense Superior), LO: Bajociense Superior (MEDD, 1982); FO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior), LO: Zona Humphriesianum (Bajociense Inferior) (BOWN, 1987b; BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
- Portugal. FO: Toarciense Superior, LO: Toarciense Superior (HAMILTON, 1977); FO: Zona Bifrons (Toarciense Inferior), LO: Bajociense Inferior (BOWN, 1987b); FO: Zona Serpentinum (Toarciense Inferior) (PERILLI & DUARTE, 2006).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, PERILLI *et al.* (2004) situaron la FO de *C. superbis* en la Zona Serpentinum, Subzona Strangewaysi (Toarciense Inferior).
- En esta Tesis Doctoral, *C. superbis* se ha identificado únicamente en la sección de O Rodiles (Asturias), con un registro discontinuo y una baja abundancia relativa. FO: Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum (Toarciense Inferior).

Orden **Watznaueriales** BOWN, 1987b

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 61): "*Imbricating placolith coccoliths with two or more shields, the distal shield composed of imbricating elements joined along inclined sutures*".

*Diagnosis* (BOWN, 1987b, p. 61): Cocolitos tipo placolito imbricado con dos o más escudos, el escudo distal está compuesto por elementos imbricados unidos mediante suturas inclinadas.

Familia **Bussoniaceae** GOY, 1981 *emend.* DE KAENEL & BERGEN, 1993

*Original diagnosis* (GOY, 1981, p. 32): “*Coccolithes elliptiques dont la marge est constituée de trois séries superposées d’éléments. Les éléments constitutifs de la série distale sont inclinés et chevauchants*”.

*Diagnosis original* (GOY, 1981, p. 32): Cocolito elíptico cuyo margen está constituido por tres series de elementos superpuestas. Los elementos constituyentes de la serie distal están inclinados y solapados.

*Emended diagnosis* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, p. 890): “*Placoliths constructed of three shields. The proximal and the intermediate shields are subhorizontal. The height, morphology, and orientation of the distal shield elements are variable. An inner rim wall may be present*”.

*Diagnosis enmendada* (DE KAENEL & BERGEN, 1993, p. 890): Placolitos constituidos por tres escudos. Los escudos proximal e intermedio son subhorizontales. La altura, la morfología y la orientación de los elementos del escudo distal son variables. Puede presentar una pared interior como borde.

*Observaciones*: Los especímenes de esta familia presentan una estructura típica de placolito imbricado, constituido por tres escudos. Esta familia incluye el género *Bussonius*.

Género **Bussonius** GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979

*Especie tipo*: *Bussonius prinsii* (NOËL, 1973) GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979.

*Diagnosis* (GOY, 1979, p. 40): “*Coccolithes elliptiques dont la couronne marginale est constituée d’une superposition de trois séries d’éléments, la série distale possédant des lames nettement inclinées. L’aire centrale est occupée par un système de contreforts dans les axes de l’ellipse avec, au centre, une hampe. Le dispositif est complété par des barres radiales*”.

*Diagnosis* (GOY, 1979, p. 40): Cocolitos elípticos en los que el borde marginal está constituido por tres series de elementos superpuestas, la serie distal posee elementos que están distintamente inclinados. El área central está ocupada por un sistema de

apoyos en el eje de la elipse con una espina en el centro. El aparato se completa con unas barras radiales.

*Descripción:* Género incluido en el grupo de los placolitos imbricados (BOWN, 1987a), constituido por tres escudos superpuestos, que se caracteriza por presentar una estructura central compleja en forma de cruz, soportando una larga espina. Al cruzar los nícoles del LM, los especímenes pertenecientes a este género muestran colores de birrefringencia de primer orden, tendentes al blanco brillante, y una figura de interferencia, muy característica, en forma de esvástica.

*Bussonius prinsii* (NOËL, 1973) GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979

(Lám. 3, fig. 4; Lám. 8, figs. 8-9)

- 1969 *Lucidiella intermedia* PRINS, lám. 3, fig. 9 [*nomem nudum*].
- 1973 *Staurorhabdus prinsii* NOËL, pp. 100-101, lám. 2, fig. 9, text-fig. 1.
- 1973 *Podorhabdus macrogranulatus*, ROOD, HAY & BARNARD, p. 377, lám. 2, fig. 7.
- 1974 *Noellithina prinsii* NOËL; GRÜN & ZWEILI *in* GRÜN, PRINS & ZWEILI, pp. 301-302, lám. 18, figs. 4-6; text-fig. 5.
- 1979 *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, p. 40, lám. 2, fig. 5.
- 1981 *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; GOY, pp. 32-33, lám. 8, figs. 10-11; lám. 9, figs. 1-8; text-fig. 7.
- 1984 *Noellithina prinsii* NOËL; CRUX, pp. 176-177, figs. 12 (8-10); figs. 13 (9-11).
- 1987b *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; BOWN, pp. 70-71, lám. 10, figs. 11-14; lám. 15, figs. 8-10; text-fig. 17.
- 1994 *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; GARDIN & MANIVIT, lám. 3, figs. 3-6.
- 1998 *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; BOWN & COOPER, lám. 4.7, figs. 11-12; lám. 4.15, figs. 1-2.
- 2002 *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, figs. 9-10.
- 2003 *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, figs. 11.3-11.4.
- 2005 *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 3, fig. 10.
- non 2007a *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 257-258, lám. 2, fig. 13.
- 2007b *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 5j.
- 2007c *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 1.10.
- 2008 *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, fig. 5.9.
- 2008a *Bussonius prinsii* (NOËL) GOY; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.7.

*Diagnosis* (GOY, 1979, p. 40): “*Celle du genre tel qu’il vient d’être défini*”.

*Diagnosis* (GOY, 1979, p. 40): Lo mismo que para el género.

*Descripción:* Cocolito elíptico, alargado y de tamaño variable. Su escudo distal está constituido por una serie de elementos rectangulares dextralmente imbricados. Su área central está ocupada por un sistema de barras diagonales según los dos ejes de la elipse (Lám. 3, fig. 4). Al cruzar los nícoles del LM, *B. prinsii* muestra colores de birrefringencia de primer orden, tendentes al blanco, y una figura de interferencia muy característica con unas líneas de extinción oblicuas, en forma de esvástica (Lám. 8, figs. 8-9). En base al material estudiado, dentro de esta especie se han identificado dos morfotipos en función de su talla, siendo el morfotipo A de tamaño pequeño (Lám. 8, fig. 8) y el morfotipo B de tamaño más grande (Lám. 8, fig. 9).



*Dimensiones: Morfotipo A:* Longitud: 3,6 - 5,3  $\mu\text{m}$  (media: 4,8  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 2,5 - 4,1  $\mu\text{m}$  (media: 3,5  $\mu\text{m}$ ); *Morfotipo B:* Longitud: 4,9 - 7,3  $\mu\text{m}$  (media: 6,2  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 3,7 - 4,9  $\mu\text{m}$  (media: 4,4  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 28).

*Discusión:* *Bussonius prinsii* guarda mucha semejanza con *L. barozii* NOËL, 1973 *emend.* GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979, ya que las figuras de interferencia que muestran ambas especies son muy similares, pero *B. prinsii* presenta una forma ampliamente elíptica y una estructura más claramente reconocible en forma de cruz en su área central.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania. FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Zona Levesquei (Toarciense Superior) (CRUX, 1984).
  - Francia. FO: Toarciense Inferior, LO: Toarciense Inferior (GOY *et al.*, 1979; GOY, 1981).
  - NO de Europa. FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior), LO: ¿? (PRINS, 1969); FO: Toarciense Inferior, LO: Toarciense Inferior (NOËL, 1973; GRÜN & ZWEILI *in* GRÜN *et al.*, 1974); FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Levesquei (Toarciense Superior) (BOWN, 1987b); FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Zona Levesquei (Toarciense Superior) (BOWN & COOPER, 1998).
  - En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *B. prinsii* se ha identificado en las cuatro secciones investigadas con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja.
    - Sección de Tudanca. FO: Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus (Pliensbachense Superior).
    - Sección de Santotis. FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior).
    - Sección de Camino. FO: Zona Davoei, Subzona Capricornus (Pliensbachense Inferior).
    - Sección de San Andrés. FO: Zona Davoei (Pliensbachense Inferior).
- Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), PERILLI *et al.* (2004, 2010) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a) para las cuatro secciones consideradas. En la Cordillera Ibérica, PERILLI (1999b) situó la FO de *B. prinsii* en el Aalenense Medio.
- En Asturias, *B. prinsii* se ha identificado en las dos secciones investigadas, con un registro discontinuo y una baja abundancia relativa.
    - Sección de E Rodiles. FO: Zona Davoei, Subzona Figulinum (Pliensbachense Inferior).

Familia **Watznaueriaceae** ROOD, HAY & BARNARD, 1971 *emend.* BOWN, 1987b

*Original diagnosis* (ROOD, HAY & BARNARD, 1971, p. 268): “*Elliptical or circular coccoliths having a coccolithid rim with crystallites orientated so that both shields produce an interference figure between crossed polarizers*”.

*Diagnosis original* (ROOD, HAY & BARNARD, 1971, p. 268): Cocolitos elípticos o circulares que tienen un borde con cristalitos orientados de tal manera que ambos escudos producen una figura de interferencia con nícoles cruzados.

*Emended diagnosis* (BOWN, 1987b, pp. 61-62): “*Imbricating placolith cocoliths, i.e. composed of imbricating, inclined shields elements, typically possessing a bicyclic distal shield and a unicyclic proximal shield joined by a connecting inner wall. The central area differs in size and may be vacant or variously bridged/filled*”.

*Diagnosis enmendada* (BOWN, 1987b, pp. 61-62): Cocolitos tipo placolito imbricado, cuyos escudos están constituidos por elementos imbricados e inclinados, típicamente poseen un escudo distal bicíclico y un escudo proximal unicíclico unidos por un muro interno. El área central difiere en tamaño y puede estar rellena por una variedad de puentes.

*Observaciones*: Los especímenes de esta familia presentan una estructura típica de placolito imbricado, cuyos escudos son generalmente amplios. Las suturas entre los elementos y el ciclo interno distal suelen ser visibles. Esta familia incluye el género *Lotharingius*.

Género ***Lotharingius*** NOËL, 1973 *emend.* GOY in GOY, NOËL & BUSSON, 1979

*Especie tipo*: *Lotharingius barozii* NOËL, 1973 *emend.* GOY in GOY, NOËL & BUSSON, 1979

*Diagnosis* (GOY, 1979, p. 43): “*Coccolithes elliptiques ou subcirculaires dont la couronne marginale est constituée de deux disques étroitement accolés et imbriqués l’un dans l’autre. Le disque distal, légèrement plus grand que le disque proximal, est composé de deux cycles superposés, le cycle supérieur (le plus interne) étant généralement en relief par rapport au cycle inférieur. Les éléments du disque distal sont chevauchants dans le sens dextre, ceux du disque proximal sont chevauchants dans le sens sénestre. L’aire centrale est occupée par deux contreforts situés dans les axes de l’ellipse. Des barres radiales peuvent compléter le dispositif. Au centre, s’érige une hampe creuse*”.

*Diagnosis* (GOY, 1979, p. 43): Cocolitos elípticos o subcirculares con un borde marginal compuesto por dos escudos muy juntos e imbricados el uno contra el otro. El escudo distal es ligeramente más grande que el proximal y está constituido por dos ciclos superpuestos, el ciclo superior (el más interno) es generalmente más prominente que el ciclo inferior. Los elementos del escudo distal están solapados en una dirección dextrógira, mientras que los del escudo proximal lo están en dirección levógira. El área central está ocupada por dos barras situadas en los ejes de la elipse.

Las barras radiales completan el aparato central. En el centro se alza una espina hueca.

*Descripción:* Este género está incluido en el grupo de los placolitos imbricados (BOWN, 1987a), y se caracteriza por presentar una morfología elíptica. Con los nícoles cruzados, los especímenes pertenecientes a este género muestran una figura de interferencia muy característica, en la que se reconocen cuatro zonas altamente birrefringentes separadas por cuatro líneas de extinción que pueden ser rectas y oblicuas. En el área central se pueden identificar diferentes estructuras.

*Lotharingius barozii* NOËL, 1973 *emend.* GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979  
(Lám. 8, fig. 10)

- 1973 *Lotharingius barozii* NOËL, pp. 114-115, lám. 11, figs. 1-7; text-fig. 9.  
 1979 *Lotharingius barozii* NOËL; *emend.* GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, p. 43, lám. 5, fig. 5.  
 1987b *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; BOWN, p. 70, lám. 15, figs. 4-5; text-fig. 17.  
 1987b *Lotharingius imprimus* BOWN, pp. 63-64, lám. 14, fig. 30; lám. 15, fig. 1; text-fig. 16.  
 1990 *Lotharingius imprimus* BOWN, 1987b; COBIANCHI, p. 138, fig. 5f.  
 1992 *Lotharingius imprimus* BOWN, 1987b; COBIANCHI, p. 100, fig. 21i.  
 1992 *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; COBIANCHI p. 98, fig. 21h.  
 1992a *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; BALDANZA & MATTIOLI, lám. 2, fig. 20.  
 1994 *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; GARDIN & MANIVIT, lám. 5, figs. 7-8.  
 1995 *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; STOICO & BALDANZA, lám. 5, fig. 3.  
 1998 *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; BOWN & COOPER, lám. 4.15, fig. 11.  
 1999 *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; MATTIOLI & ERBA, lám. 2, fig. 3.  
 2002 *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, figs. 1-2.  
 2007a *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 256-257, lám. 2, fig. 12.  
 2008 *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, fig. 5.25.  
 2008a *Lotharingius barozii* NOËL *emend.* GOY; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.11.

*Diagnosis* (GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979, p. 43): “*Une espèce du genre Lotharingius avec des contreforts massifs dans les axes de l'ellipse et un système de barres radiales dissymétriques. La coccosphère légèrement ovoïde possède environ vingt coccolithes*”.

*Diagnosis* (GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979, p. 43): Una especie de *Lotharingius* con unos contrafuertes masivos en el eje de la elipse y un sistema de barras radiales asimétricas. La cocsfera es ligeramente ovoide teniendo alrededor de veinte cocolitos.

*Descripción:* Cocolito de forma elíptica y talla relativamente pequeña, con un área central entre subelíptica y subrectangular, en la que no siempre es visible su estructura interna en forma de cruz, estando generalmente ausente o sustituida por pequeños cristales de calcita. Con el LM, al cruzar nícoles, *L. barozii* presenta colores de birrefringencia grises claros, tendentes al blanco, observándose una figura de interferencia característica en la que se pueden reconocer cuatro zonas de diferente tamaño divididas por líneas de extinción oblicuas (Lám. 8, fig. 10). Debido a su escasa abundancia, no ha sido posible observar esta especie con el SEM.

*Dimensiones:* Longitud del cocolito: 2,7 - 4,9  $\mu\text{m}$  (media: 3,5  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,2 - 3,8  $\mu\text{m}$  (media: 2,9  $\mu\text{m}$ ); Longitud del área central: 1,2 - 2,4  $\mu\text{m}$  (media: 1,8  $\mu\text{m}$ ); Anchura del área central: 0,8 - 1,5  $\mu\text{m}$  (media: 1,1  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 29).

*Discusión:* *Lotharingius barozii* es fácilmente diferenciable de *L. hauffii* GRÜN & ZWEILI in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 *emend.* GOY in GOY, NOËL & BUSSON, 1979 por su mayor tamaño, la forma subrectangular de su área central y por la figura de interferencia más alargada que presenta al cruzar los nícoles. Así mismo, se distingue de *L. sigillatus* (STRADNER, 1961) PRINS in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 *emend.* GOY, 1981 por ser ligeramente más pequeña y no poseer una estructura en forma de cruz en su área central.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Italia. FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Aalenense Superior (COBIANCHI, 1990, 1992; COBIANCHI *et al.*, 1992; REALE *et al.*, 1992; MATTIOLI, 1996; MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Bajociense Inferior (BOWN & YOUNG, 1997).
- Portugal. FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior), LO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior) (BOWN, 1987b).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *L. barozii* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas, con un registro prácticamente continuo y una baja abundancia relativa, que aumenta progresivamente hacia el techo de las secciones.
  - Sección de Tudanca. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus (Pliensbachense Superior).
  - Sección de Santotis. FO: Zona Stokesi (Pliensbachense Superior).
  - Sección de Camino. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus (Pliensbachense Superior).
  - Sección de San Andrés. FO: Zona Stokesi (Pliensbachense Superior).

Los mismos resultados fueron mostrados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b, 2008a, 2008b) y PERILLI *et al.* (2010), para las cuatro secciones mencionadas. PERILLI *et al.* (2004), en su estudio realizado en la Cuenca Vasco-Cantábrica, situaron la FO de *L. barozii* en la Zona Stokesi, Subzona Celebratum (Pliensbachense Superior).

- En Asturias, *L. barozii* se ha identificado en las dos secciones investigadas. En E Rodiles, muestra un registro prácticamente continuo y baja abundancia relativa, mientras que, en O Rodiles, se identifica de manera discontinua y con una abundancia relativa muy baja en todo el intervalo.
  - Sección de E Rodiles. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus (Pliensbachense Superior).

*Lotharingius crucicentralis* (MEDD, 1971) GRÜN & ZWEILI, 1980  
(Lám. 8, figs. 11-12; Lám. 9, fig. 1)

- 1969 *Colvillea crucicentralis* var. *parva* PRINS, lám. 3, fig. 12 [*nomem nudum*].  
 1971 *Ellipsagelosphaera crucicentralis* MEDD, p. 829, lám. 1, figs. 1-2.  
 1976 *Watznaueria crucicentralis* (MEDD) THIERSTEIN, lám. 2, figs. 8-9.  
 1980 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI, pp. 259-260, lám. 4, figs. 3-5; text-fig. 17.  
 1984 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; CRUX, figs. 13 (11-12).  
 1986 *Watznaueria crucicentralis* (MEDD) THIERSTEIN; AITA & OKADA, lám. 8, fig. 10.  
 1987b *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; CRUX, lám. 2, figs. 13-14.  
 1988 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; BOWN, COOPER & LORD, lám. 1, figs. 15-16.  
 1990 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; COBIANCHI, p. 137, fig. 5h.  
 1990 *Watznaueria crucicentralis* (MEDD) THIERSTEIN; ERBA, p. 252, lám. 2, fig. 13.  
 1992 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; COBIANCHI, p. 100, fig. 21m.  
 1992 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; REALE, BALDANZA, MONECHI & MATTIOLI, lám. 1, figs. 15-16.  
 1992a *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; BALDANZA & MATTIOLI, p. 48, lám. 2, fig. 22.  
 1993 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; MATTIOLI, lám. 1, fig. 6.  
 1994a *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; BUCEFALO PALLIANI & MATTIOLI, lám. 1, fig. 1.  
 1995 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; MATTIOLI, lám. 2, fig. 7.  
 1998 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; BOWN & COOPER, lám. 4.15, figs. 16-18.  
 2005 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, figs. 19-20.  
 2007a *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3m.  
 2007b *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 6c-d.  
 2007c *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 2.3-2.4.  
 2008 *Lotharingius crucicentralis* (MEDD) GRÜN & ZWEILI; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, fig. 5.26.  
*in press.* *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; FRAGUAS & YOUNG, fig. 4d.

*Diagnosis* (MEDD, 1971, p. 829): "A species of *Ellipsagelosphaera* with a complex series of elements found in the central pore area. These are arranged as an oblique cross, which may be infilled with minor calcite elements and a small rosette of plates in its centre".

*Diagnosis* (MEDD, 1971, p. 829): Una especie de *Ellipsagelosphaera* con una serie compleja de elementos en su área central. Éstos están dispuestos formando una cruz oblicua, que puede estar constituida por elementos menores de calcita y una pequeña roseta de placas en su centro.

*Descripción*: Especie elíptica, de gran tamaño, con un área central amplia y elíptica rellena por una estructura muy compleja que da lugar a una cruz grande y robusta. *Lotharingius crucicentralis* presenta colores de birrefringencia de segundo orden, abarcando un amplio rango de grises y un brillo que varía entre bajo y medio. La figura de interferencia que muestra esta especie es muy característica, reconociéndose cuatro zonas de diferente tamaño divididas por líneas de extinción oblicuas (Lám. 8, figs. 11-12; Lám. 9, fig. 1). No ha sido posible reconocer *L. crucicentralis* con el SEM, ya que se identifica en escasas muestras.

*Dimensiones:* Longitud del cocolito: 3,7 - 5,8  $\mu\text{m}$  (media: 4,6  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,8 - 5,0  $\mu\text{m}$  (media: 3,7  $\mu\text{m}$ ); Longitud del área central: 2,0 - 3,4  $\mu\text{m}$  (media: 2,6  $\mu\text{m}$ ); Anchura del área central: 1,0 - 2,4  $\mu\text{m}$  (media: 1,6  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 30).

*Discusión:* *Lotharingius crucicentralis* se diferencia del resto de las especies del mismo género por su mayor tamaño, su forma elíptica y la estructura central grande y masiva que presenta en forma de cruz.

*Distribución estratigráfica y geográfica:*

- Alemania. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Zona Levesquei (Toarciense Superior) (CRUX, 1987b).
- Italia. FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Bajociense Inferior (COBIANCHI, 1990, 1992; COBIANCHI *et al.*, 1992; REALE *et al.*, 1992); FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Kimmeridgiense (MATTIOLI, 1996); FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Calloviense (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior) (PRINS, 1969); FO: Zona Tanuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Zona Regular (Oxfordiense Superior) (BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
- En esta Tesis Doctoral, *L. crucicentralis* se ha identificado únicamente en la sección de O Rodiles (Asturias), con un registro prácticamente continuo y una alta abundancia relativa. FO: Zona Spinatum, Subzona Hawskerense (Pliensbachense Superior).

Los mismos resultados fueron encontrados por FRAGUAS & YOUNG (2009, *in press*) y por FRAGUAS *et al.* (2010, *in litt.*).

*Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *in* GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 *emend.* GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979  
(Lám. 3, fig. 5; Lám. 9, figs. 2-5)

- 1965a *Ellipsagelosphaera frequens* NOËL, lám. 16, figs. 8,10,11.  
 1974 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *in* GRÜN, PRINS & ZWEILI, p. 306, lám. 16, figs. 1-6; text-fig. 10.  
 1974 *Bennocyclus decussatus* ZWEILI & GRÜN *in* GRÜN, PRINS & ZWEILI, pp. 302-303, lám. 14, figs. 4-6; text-fig. 6.  
 1977 *Ellipsagelosphaera communis* REINHARDT, 1964; NICOSIA & PALLINI, lám. 2, fig. 2.  
 1979 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI; *emend.* GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, p. 43, lám. 5, fig. 6.  
 1981 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; GOY, pp. 65-66, lám. 29, figs. 5-7; lám. 30, figs. 1-3.  
 1981 *Bennocyclus decussatus* (GRÜN & ZWEILI) GOY; GOY, p. 66, lám. 30, fig. 4.  
 1984 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; CRUX, p. 176, figs. 12 (3,4); fig. 13 (7).  
 1986 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; YOUNG, TEALE & BOWN, p. 125, lám. 1, figs. B-C.  
 1987b *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; CRUX, p. 94, lám. 2, figs. 15-16.  
 1987b *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; BOWN, pp. 68-70, lám. 9, fig. 16; lám. 15, figs. 2-3; text-figs. 5,13.  
 1988 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; BOWN, COOPER & LORD, lám. 1, figs. 10-11.  
 1990 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; COBIANCHI, p. 138, fig. 5d.  
 1990 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; ERBA, p. 247, lám. 2, fig. 17.  
 1992 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; REALE, BALDANZA, MONECHI & MATTIOLI, p. 64, lám. 1, figs. 7-10.

- 1992 *Lotharingius primigenius* BOWN; COBIANCHI, p. 100, fig. 21e.
- 1992a *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; BALDANZA & MATTIOLI, lám. 2, figs. 24-25.
- non 1992 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; COBIANCHI, p. 100, fig. 21g.
- 1994 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; GARDIN & MANIVIT, lám. 4, figs. 11-12.
- 1995 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; MATTIOLI, lám. 2, fig. 3.
- 1995 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; STOICO & BALDANZA, lám. 5, fig. 5.
- 1996 *Lotharingius frodoi* MATTIOLI, lám. 1, figs. 1-5; lám. 3, figs. 1-2; text-fig. 1.
- 1997 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; GARDIN, lám. 40, fig. 11.
- 1998 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; BOWN & COOPER, lám. 4.7, fig. 19; lám. 4.15, figs. 19-20.
- 1999 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; MATTIOLI & ERBA, lám. 2, figs. 5-6.
- 1999 *Lotharingius frodoi* MATTIOLI ; MATTIOLI & ERBA, lám. 2, fig. 4.
- 2002 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; PERILLI & COMAS-RENGIFO, lám. 1, figs. 3-4.
- 2003 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, figs. 11.14-11.15.
- 2005 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, figs. 17-18.
- 2007a *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 255-256, lám. 2, fig. 11.
- 2007a *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3j.
- 2007a *Lotharingius frodoi* MATTIOLI ; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3l.
- 2007b *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 6a-b.
- 2007c *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 2.1-2.2.
- 2008 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, figs. 5.27-5.28.
- 2008a *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3.12.
- 2008 *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; MATTIOLI, PITTET, SUAN & MAILLIOT, fig. 7.3.
- in press* *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *emend.* GOY; FRAGUAS & YOUNG, figs. 4a-b.

*Diagnosis* (GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979, p. 43): “*Une espèce du genre Lotharingius de forme elliptique large à subcirculaire, avec des contreforts dans les axes de l'ellipse. L'aire centrale est réduite*”.

*Diagnosis* (GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979, p. 43): Una especie de *Lotharingius* con una forma elíptica ancha a subcircular, con barras en los ejes de la elipse. El área central es reducida.

*Descripción:* En el material estudiado, es la especie más pequeña dentro del género *Lotharingius*. Es un cocolito que posee forma entre subcircular y subelíptica, y tiene un área central subelíptica muy reducida. Su escudo distal es bicíclico; el ciclo externo está formado por entre veinte y veintitrés elementos rectangulares, mientras que el ciclo interno posee entre dieciocho y veintidós elementos cuadrados. El muro interior está constituido por cerca de veinte elementos subcuadrados (Lám. 3, fig. 5). El área central está rellena por una cruz. No ha sido posible observar el escudo proximal en detalle. En las muestras analizadas con el LM, se han identificado dos morfotipos de esta especie teniendo en cuenta el tamaño de su área central. El morfotipo A presenta un área central subcircular de tamaño muy reducido (Lám. 9, figs. 2-3), y el morfotipo B tiene un área central subelíptica, amplia y rellena por dos pequeñas barras alineadas

según el eje menor del cocolito que, en ocasiones, pueden parecer una cruz (Lám. 9, figs. 4-5). Al cruzar los nícoles, esta especie muestra una figura de interferencia circular muy característica, en la que se reconocen cuatro zonas altamente birrefringentes y de igual tamaño, separadas por cuatro líneas de extinción rectas.

*Dimensiones: Morfotipo A:* Longitud del cocolito: 2,7 - 4,3  $\mu\text{m}$  (media: 3,3  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,4 - 3,9  $\mu\text{m}$  (media: 3,1  $\mu\text{m}$ ); Longitud del área central: 0,6 - 1,4  $\mu\text{m}$  (media: 0,9  $\mu\text{m}$ ); Anchura del área central: 0,5 - 1,1  $\mu\text{m}$  (media: 0,7  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 31). *Morfotipo B:* Longitud del cocolito: 2,5 - 4,8  $\mu\text{m}$  (media: 3,7  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,2 - 4,1  $\mu\text{m}$  (media: 3,2  $\mu\text{m}$ ); Longitud del área central: 0,8 - 1,9  $\mu\text{m}$  (media: 1,3  $\mu\text{m}$ ); Anchura del área central: 0,6 - 1,5  $\mu\text{m}$  (media: 1,0  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 32).

*Discusión:* *Lotharingius hauffii* se diferencia de *L. barozii* por su pequeño tamaño y la figura de interferencia que muestra al cruzar los nícoles. *Lotharingius sigillatus* se distingue del morfotipo B de *L. hauffii* por ser más grande, elíptica y poseer una estructura en forma de cruz en su área central. Teniendo en cuenta el tamaño y la forma tanto del cocolito como de su área central, y su estructura interna, el morfotipo B de *L. hauffii* podría corresponderse con la especie *L. frodoi* MATTIOLI (1996). Por esta razón, en este trabajo, *L. frodoi* se ha incluido en *L. hauffii*.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Alemania. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Toarciense Superior (CRUX, 1987b).
- Francia. FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Bathoniense Superior (GARDIN, 1997).
- Italia. FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Aalenense Superior (COBIANCHI, 1990, 1992); FO: Zona Emaciatum (Pliensbachense Superior), LO: Bajociense Inferior (REALE *et al.*, 1992); FO: Zona Emaciatum (Pliensbachense Superior), LO: Kimmeridgiense (MATTIOLI, 1996); FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Calloviense (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior) (YOUNG *et al.*, 1986). FO: Zona Margaritatus (Pliensbachense Superior), LO: Bathoniense Superior (BOWN, 1987b; BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
- Portugal. FO: Zona Jamesoni (Pliensbachense Inferior), LO: Bajociense Inferior (BOWN, 1987b).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *L. hauffii* se ha identificado en las cuatro secciones estudiadas, con un registro continuo y una elevada abundancia relativa, que aumenta notablemente a partir del límite entre las zonas Margaritatus/Spinatum en Camino y San Andrés, y de los niveles inferiores de la Zona Spinatum en Tudanca.



- Sección de Tudanca. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus (Pliensbachienne Superior).
- Sección de Santotis. FO: Zona Stokesi (Pliensbachienne Superior).
- Sección de Camino. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus (Pliensbachienne Superior).
- Sección de San Andrés. FO: Zona Stokesi (Pliensbachienne Superior).

Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b, 2008a, 2008b) y PERILLI *et al.* (2010) para las cuatro secciones consideradas. En la Cuenca Vasco-Cantábrica, PERILLI *et al.* (2004) situaron la FO de *L. hauffii* en la Zona Stokesi, Subzona Celebratum (Pliensbachienne Superior).

- En Asturias, *L. hauffii* se ha identificado en las dos secciones analizadas. En E Rodiles, presenta un registro continuo y una elevada abundancia relativa, que va aumentando progresivamente hacia el techo. En O Rodiles, *L. hauffii* está presente en todas las muestras analizadas con una abundancia relativa muy alta.

- Sección de E Rodiles. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus (Pliensbachienne Superior).

Los mismos resultados fueron encontrados por FRAGUAS & YOUNG (2009, *in press*) y por FRAGUAS *et al.* (2010, *in litt.*) para la sección de O Rodiles.

*Lotharingius sigillatus* (STRADNER, 1961) PRINS *in* GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 *emend.*  
GOY, 1981  
(Lám. 9, figs. 6-7)

- 1961 *Discolithus sigillatus* STRADNER, p. 79, figs. 14-15.  
 1974 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *in* GRÜN, PRINS & ZWEILI, p. 304, lám. 17, figs. 3-4; text-fig. 8.  
 1981 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS; *emend.* GOY, pp. 66-67, lám. 30, figs. 5-6.  
 1987b *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; BOWN, lám. 15, figs. 6-7.  
 1990 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; COBIANCHI, fig. 5g.  
 1992 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; COBIANCHI, fig. 21l.  
 1996 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; PICOTTI & COBIANCHI, lám. 2, fig. 19.  
 1998 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; BOWN & COOPER, lám. 4.15, figs. 21-22.  
 1999 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; MATTIOLI & ERBA, lám. 2, figs. 7-8.  
 2003 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; ASGAR-DEEN, HALL, CRAIG & RIEDIGER, figs. 11.17-11.18.  
 non 2005 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, figs. 19-20.  
 non 2007a *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, LEMOS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, fig. 3m.  
 non 2007b *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 6c-d.  
 non 2007c *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 2.3-2.4.  
 2008 *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, figs. 5.29-5.30.  
*in press* *Lotharingius sigillatus* (STRADNER) PRINS *emend.* GOY; FRAGUAS & YOUNG, fig. 4c.

*Diagnosis* (GOY, 1981, p. 66): “Une espèce du genre *Lotharingius* avec une couronne marginale large. L’aire centrale est occupée par des contreforts peu marqués dans les axes de l’ellipse et un système de barres radiales”.

*Diagnosis* (GOY, 1981, p. 66): Una especie de *Lotharingius* con un borde marginal ancho. El área central está ocupada por contrafuertes débilmente desarrollados en el eje de la elipse y un sistema de barras radiales.

*Descripción*: Cocolito elíptico con un área central subelíptica y relativamente amplia, que presenta una estructura compleja en forma de cruz en su interior. Al cruzar los nícoles del LM, esta especie presenta unos colores de birrefringencia que varían entre el gris oscuro y el blanco brillante, y un brillo de medio a alto. En la figura de interferencia de *L. sigillatus* se pueden identificar cuatro zonas divididas por líneas de extinción oblicuas (Lám. 9, figs. 6-7). Debido a que esta especie se identifica en pocas de las muestras estudiadas, y en la mayoría de ellas presenta una escasa abundancia, no ha sido posible observarla con el SEM.

*Dimensiones*: Longitud del cocolito: 2,9 - 5,2  $\mu\text{m}$  (media: 3,9  $\mu\text{m}$ ); Anchura del cocolito: 2,3 - 4,6  $\mu\text{m}$  (media: 3,3  $\mu\text{m}$ ); Longitud del área central: 1,2 - 2,7  $\mu\text{m}$  (media: 1,6  $\mu\text{m}$ ); Anchura del área central: 0,9 - 1,7  $\mu\text{m}$  (media: 1,2  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 33).

*Discusión*: *Lotharingius sigillatus* se diferencia del morfotipo B de *L. hauffii*, por su mayor tamaño y presentar una estructura definida en forma de cruz en el interior de su área central. Así mismo, se distingue de *L. barozii* principalmente por la morfología y la estructura interna del área central, y de *L. crucicentralis* (MEDD, 1971) GRÜN & ZWEILI, 1980 por el mayor tamaño tanto de cocolito como de área central, que presenta la última especie.

*Distribución geográfica y estratigráfica*:

- Italia. FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Bajociense Inferior (COBIANCHI, 1992; REALE *et al.*, 1992); FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Calloviense (MATTIOLI, 1996; MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Tenuicostatum (Toarciense Inferior), LO: Zona Levesquei (Toarciense Superior) (BOWN, 1987b); FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior), LO: Zona Tenuiserratum (Oxfordiense Medio) (BOWN & YOUNG, 1997; BOWN & COOPER, 1998).
- Portugal. FO: Zona Ibex (Pliensbachense Inferior), LO: Bajociense Inferior (BOWN, 1987b).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *L. sigillatus* se ha identificado únicamente en las secciones de Camino y San Andrés con un registro discontinuo y una baja abundancia relativa.

- Sección de Camino. FO: Zona Spinatum, Subzona Solare (Pliensbachense Superior).
- Sección de San Andrés. FO: Zona Spinatum (Pliensbachense Superior).

Los mismos resultados fueron presentados por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y PERILLI *et al.* (2004, 2010). Sin embargo, en la Cordillera Ibérica, PERILLI (2000) situó la FO de *L. sigillatus* en la Zona Tenuicostatum, Subzona Mirabile (Toarciense Inferior).

- En Asturias, *L. sigillatus* presenta un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja en la sección de E Rodiles, mientras que en O Rodiles, se identifica de manera continua y con una alta abundancia relativa.

- Sección de E Rodiles. FO: Zona Spinatum, Subzona Apyrenum (Pliensbachense Superior).
- Sección de O Rodiles. FO: Zona Spinatum, Subzona Apyrenum (Pliensbachense Superior).

Los mismos resultados fueron encontrados por FRAGUAS & YOUNG (2009, *in press*) y por FRAGUAS *et al.* (2010, *in litt.*) para la sección de O Rodiles.

*Lotharingius umbriensis* MATTIOLI, 1996

(Lám. 9, fig. 8)

1996 *Lotharingius umbriensis* MATTIOLI, lám. 1, figs. 6-12; text-fig. 1.

*Diagnosis* (MATTIOLI, 1996, p. 400): “A subcircular species of the genus *Lotharingius*, with a very narrow central area with a cross aligned with the axis of the coccolith”.

*Diagnosis* (MATTIOLI, 1996, p. 400): Una especie subcircular del género *Lotharingius*, con un área central muy estrecho y una cruz alineada con los ejes del cocolito.

*Descripción*: Especie de pequeño tamaño dentro del género *Lotharingius*, de forma subcircular, con un área central muy reducida y también subcircular, dentro de la cual puede reconocerse una pequeña estructura en forma de cruz, que en ocasiones no se conserva o no es visible debido a su tamaño extremadamente pequeño. *Lotharingius umbriensis* muestra colores de interferencia de primer orden, tendentes al blanco brillante y una figura de interferencia muy característica, en la que se pueden observar cuatro sectores divididos por dos líneas de extinción notablemente arqueadas e irregulares (Lám. 9, fig. 8). Debido a su escasa abundancia, no ha sido posible observar esta especie utilizando el SEM.

*Dimensiones*: Longitud: 2,7 - 4,8  $\mu\text{m}$  (media: 3,3  $\mu\text{m}$ ); Anchura: 2,4 - 4,2  $\mu\text{m}$  (media: 2,9  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 34).

*Discusión*: *Lotharingius umbriensis* ha sido considerada por MATTIOLI (1996) como una forma transicional entre los géneros *Lotharingius* y *Watznaueria* REINHARDT, 1964,

debido al parecido en la organización general y en el patrón de extinción entre *L. umbriensis* y los especímenes del género *Watznaueria*. *Lotharingius umbriensis* es fácilmente reconocible de *L. hauffii* y *L. barozii* por su menor tamaño, y la forma subcircular que presentan tanto el cocolito como su área central, cuyo tamaño es muy reducido. *Lotharingius sigillatus* se distingue de *L. umbriensis* por presentar un mayor tamaño, un área central más amplia y una estructura en forma de cruz más visible dentro de ella.

*Distribución estratigráfica y geográfica:*

- Italia. FO: Zona Emaciatum (Pliensbachiense Superior), LO: Aalenense Superior (MATTIOLI, 1996; MATTIOLI & ERBA, 1999).
  - En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *L. umbriensis* se ha identificado únicamente en las secciones de Camino y San Andrés, con un registro discontinuo y una abundancia relativa muy baja.
    - Sección de Camino. FO: Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus (Pliensbachiense Superior).
    - Sección de San Andrés. FO: Zona Spinatum (Pliensbachiense Superior).
- Los mismos resultados fueron mostrados en PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y PERILLI *et al.* (2004, 2010).
- En Asturias, *L. umbriensis* se ha reconocido con un registro discontinuo y una baja abundancia relativa en la sección de E Rodiles, mientras que en O Rodiles, esta especie se identifica de una manera más continua y con una baja abundancia relativa.
    - Sección de E Rodiles. FO: Zona Margaritatus, Subzona Subnodusus (Pliensbachiense Superior).

División **Pyrrophyta** PASCHER, 1914

Clase **Dinophyceae** FRITSCH, 1929

Orden **Thoracosphaerales** TANGEN, BRAND, BLACKWELDER & GUILLARD, 1982

Familia **Schizosphaerellaceae** DEFLANDRE, 1959

Género **Schizosphaerella** DEFLANDRE & DANGEARD, 1938

*Especie tipo:* *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD, 1938.

“*Diagnosis*” (abstracted from KÄLIN & BERNOULLI, 1984, pp. 412-413): “*Schizosphaerella is characterized by a roughly globular test (10-30  $\mu\text{m}$  in diameter) composed of two interlocking sub-hemispherical valves with a complex wall structure based on the intergrowth of one fundamental structural element, a tiny parallelogram shaped calcite lamella*”.

“*Diagnosis*” (extraído de KÄLIN & BERNOULLI, 1984, pp. 412-413): *Schizosphaerella* está caracterizada por su áspera textura globular (10-30  $\mu\text{m}$  de diámetro) y está

compuesta por dos valvas sub-hemisféricas interconectadas cuya pared, de estructura compleja, está basada en el intercrecimiento de un elemento estructural fundamental, que es una lámina de calcita diminuta con forma de paralelepípedo.

*Descripción:* Se trata de un género que presenta una forma generalmenteacampanada. Su pared está formada por numerosos y diminutos elementos calcíticos, dispuestos según un patrón rectangular que les proporciona un aspecto aborregado. Al cruzar los nícoles, se observan colores de birrefringencia de primer orden, que varían entre el blanco y el gris claro.

*Schizosphaerella* sp.

(Lám. 3, fig. 6; Lám. 9, figs. 9-10)

Comparar con:

- 1938 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD, p. 1116, figs. 1-6.
- p.p. 1961 *Nannopatina grandaeva* n.sp. STRADNER, p. 79, figs. 1-4, 8 [*non* figs. 5-7,9-10].
- 1963 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; STRADNER, p. 179, lám. 3, fig. 1a.
- 1965a *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; NOËL, pp. 170-172, lám. 27, figs. 6-8.
- 1971 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; BLACK, lám. 3, figs. a-c.
- 1973 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; NOËL, p. 121, lám. 15, figs. 2-4.
- p.p. 1974 *Schizosphère* AUBRY & DEPECHE, pp. 1-16, lám. 3, figs. 1-6 [*non* lám. 3, fig. 7].
- 1976 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; MOSHKOVITZ & EHRICH, p. 54, figs. 7-15.
- 1976 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; THIERSTEIN, lám. 2, fig. 3.
- 1977 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; NICOSIA & PALLINI, lám. 2, figs. 4-6.
- 1977 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; HAMILTON, lám. 3, figs. 1-2.
- 1979 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; MOSHKOVITZ, p. 458, lám. 1, figs. 1-10.
- 1979 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; MEDD, p. 75, lám. 7, fig. 12.
- 1980 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; GRÜN & ZWEILI, pp. 298-299, lám. 16, figs. 10-12.
- 1981 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; GOY, pp. 67-68, lám. 31, figs. 1-6; lám. 32, figs. 1-6.
- 1982 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; HAMILTON, lám. 3.1, figs. 17-18; lám. 3.4, figs. 8-9.
- 1984 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; CRUX, figs. 14 (14-16).
- 1984a *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; WIEGAND, lám. 1, fig. 7.
- 1986 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; YOUNG, TEALE & BOWN, lám. 1, figs. J, K.
- 1987b *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; BOWN, pp. 76-78, lám. 11, figs. 7-9; lám. 15, figs. 25-26.
- 1987b *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; CRUX, p. 96, lám. 2, fig. 19.
- 1988 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; BOWN, COOPER & LORD, lám. 1, fig. 1.
- 1988 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; ANGELOZZI, p. 143, lám. 2, figs. 1-2.
- 1990 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; ERBA, lám. 1, figs. 1,5.
- 1992a *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; BALDANZA & MATTIOLI, lám. 1, fig. 1.
- 1993 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; MATTIOLI, lám. 1, figs. 1-2.
- 1994 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; GARDIN & MANIVIT, lám. 1, figs. 1-2.
- 1995 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; LOZAR, lám. 1, figs. 1-2.
- 1995 *Schizosphaerella* sp. indet., MATTIOLI, lám. 1, figs. 1-2.
- 1995 *Schizosphaerella* sp., STOICO & BALDANZA, lám. 4, figs. 1-4.
- 1997 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; GARDIN, lám. 40, figs. 1-2.
- 1997 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; MATTIOLI, lám. 1, fig. 5.
- 1998 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; BOWN & COOPER, lám. 4.8, figs. 18-19; lám. 4.16, figs. 21-22.
- 1999 *Schizosphaerella* spp., MATTIOLI & ERBA, lám. 1, figs. 1-2.

- 2005 *Schizosphaerella* sp., VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, figs. 26-27.  
2007 *Schizosphaerella* sp., BOUR, MATTIOLI & PITTET, lám. 3, fig. 4; lám. 4, fig. 2; lám. 5, fig. 3.  
2007a *Schizosphaerella* sp., FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 258-259, lám. 2, fig. 14.  
2007b *Schizosphaerella* sp., VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, figs. 6j-l.  
2007c *Schizosphaerella* sp., VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, figs. 2.10-2.11.  
2008 *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD; AGUADO, O'DOHERTY & SANDOVAL, fig. 5.42.  
2008 *Schizosphaerella* sp., MATTIOLI, PITTET, SUAN & MAILLIOT, fig. 7.5.

**Descripción:** Nanofósil cuya forma es generalmente acampanada. Sin embargo, en el material estudiado no se han observado especímenes completos con ambas valvas bien conservadas, identificándose sólo una de ellas o pequeños fragmentos, generalmente en mal estado de preservación. Su pared está formada por numerosos elementos calcíticos, dispuestos según un patrón rectangular regular, que proporciona a esta especie un aspecto de enrejado (Lám. 3, fig. 6). Al cruzar los nícoles, se observan colores de birrefringencia tanto de primer como de segundo orden, variando entre el blanco brillante y el gris oscuro (Lám. 9, figs. 9-10).

**Dimensiones:** Diámetro: 7,9 - 12,5  $\mu\text{m}$  (media: 10,1  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 35).

**Distribución geográfica y estratigráfica:**

- Francia. FO: Zona Planorbis (Hettangiense Inferior), LO: Zona Regulare (Oxfordiense Superior) (GARDIN, 1997).
- Italia. FO: Hettangiense Inferior, LO: Calloviense Superior (MATTIOLI & ERBA, 1999).
- NO de Europa. FO: Zona Planorbis (Hettangiense Inferior) (BOWN, 1987b); FO: Zona Planorbis (Hettangiense), LO: Zona Autissiodorensis (Kimmeridgiense Superior) (BOWN & COOPER, 1998).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *Schizosphaerella* spp. se ha identificado con un registro continuo y una alta abundancia relativa en todas las secciones estudiadas.

Los mismos resultados se mostraron en PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002) y FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a), para las cuatro secciones mencionadas.

- En Asturias, *Schizosphaerella* spp. se ha reconocido en las dos secciones investigadas, con un registro continuo y una abundancia relativa muy alta.

## INCERTAE SEDIS

Género ***Orthogonoides*** WIEGAND, 1984b

**Especie tipo:** *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND, 1984b.

**Diagnosis** (WIEGAND, 1984b, p. 1152): “*Nannolith with six orthogonal rays*”.

**Diagnosis** (WIEGAND, 1984b, p. 1152): Nanolito con seis rayos ortogonales.

*Descripción:* Género que presenta una zona central masiva de la que surgen un número de prolongaciones, más o menos anchas que se van estrechando y, en ocasiones, pueden tener una bifurcación en su extremo. Los especímenes pertenecientes a este género muestran colores de birrefringencia de primer orden, que varían entre el naranja y el blanco muy brillante.

*Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND, 1984b

(Lám. 9, figs. 11-12)

- 1984b *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND, p. 1155, lám. 2, figs. a-e.  
 1987b *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND; BOWN, pp. 74-76, lám. 15, figs. 15-16.  
 1994 *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND; GARDIN & MANIVIT, lám. 2, fig. 16.  
 1998 *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND; BOWN & COOPER, lám. 4.16, figs. 23-24.  
 2005 *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND; VEIGA DE OLIVEIRA, DUARTE, PERILLI, RODRIGUES & LEMOS, lám. 4, fig. 28.  
 2006 *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND; PERILLI & DUARTE, lám. 2, fig. 9.  
 2007a *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND; FRAGUAS, COMAS-RENGIFO & PERILLI, pp. 259-260, lám. 2, fig. 15.  
 2007b *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND; VEIGA DE OLIVEIRA, DINO, DUARTE & PERILLI, fig. 6m.  
 2007c *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND; VEIGA DE OLIVEIRA, PERILLI & DUARTE, fig. 2.12.

*Diagnosis* (WIEGAND, 1984a, p. 1155): “A species of *Orthogonoides* with six straight orthogonally joined rays. Bifurcation appears at the end of the rays”

*Diagnosis* (WIEGAND, 1984a, p. 1155): Una especie de *Orthogonoides* con seis rayos ortogonalmente unidos. La bifurcación aparece al final de los rayos.

*Dimensiones:* dimensiones máximas de extremo de un rayo al extremo del rayo opuesto: 6,9 - 12, 3  $\mu\text{m}$  (media: 8,8  $\mu\text{m}$ ) (Anexo 2, Tabla 36).

*Descripción:* Hasta el momento no ha sido posible incluir esta especie dentro de las divisiones taxonómicas establecidas, siendo considerada como parte del grupo conocido como *Incertae Sedis*. *Orthogonoides hamiltoniae* se caracteriza por presentar una zona central masiva de la que parten seis prolongaciones alargadas, más o menos anchas que se van estrechando y, en ocasiones, pueden presentar una bifurcación en su extremo. En el material estudiado, esta especie presenta tamaños muy diferentes, observándose en la mayoría de las ocasiones el individuo incompleto, es decir, únicamente cuatro de estos seis rayos que parten de su zona central (Lám. 9, figs. 11-12). Esta vista incompleta podría deberse a la rotura que sufre la roca durante el proceso de preparación de las *smear slides*. Además, en las muestras que presentan mal estado de preservación, es muy frecuente observar únicamente pequeños fragmentos de estas prolongaciones. No ha sido posible identificar especímenes de *O. hamiltoniae* con el SEM, debido a su rotura durante la preparación de las muestras.

*Distribución geográfica y estratigráfica:*

- Marruecos. FO: Sinemuriense Superior, LO: Pliensbachense Inferior (WIEGAND, 1984a, 1984b).
- NO de Europa. FO: Zona Oxynotum (Sinemuriense Superior), LO: Zona Falciferum (Toarciense Inferior) (BOWN, 1987b; BOWN & COOPER, 1998).
- En la Cuenca Vasco-Cantábrica, *O. hamiltoniae* se ha identificado en las cuatro secciones investigadas con un registro continuo y una alta abundancia relativa.

Los mismos resultados fueron obtenidos por PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), FRAGUAS *et al.* (2007a, 2008a) y PERILLI *et al.* (2010).

- En Asturias, *O. hamiltoniae* se ha reconocido en las dos secciones investigadas, con un registro continuo y una abundancia relativa muy elevada.
  - Sección de E Rodiles. FO: Zona Oxynotum, Subzona Oxynotum (Sinemuriense Superior).



## 7.- BIOSTRATIGRAPHY

### 7.1.- INTRODUCTION

Calcareous nannofossils show rapid evolutionary rates, and represent a significant constituent of the marly and carbonate lithologies. For these reasons, during the last three decades, this group has been considered one of the most helpful biostratigraphic tools for dating Jurassic rocks (BOWN, 1987b; BOWN *et al.*, 1988; DE KAENEL *et al.*, 1996; BOWN & COOPER, 1998; MATTIOLI & ERBA, 1999; VEIGA DE OLIVEIRA *et al.*, 2007a; PERILLI *et al.*, 2010). Taking into account the high biostratigraphic resolution provided by Lower Jurassic ammonites, a precise calibration of nannofossil events to ammonite zones and subzones is essential for assessing the biostratigraphic potential of calcareous nannofossils. However, sometimes the nannofossil events are not well-calibrated to the ammonite biostratigraphy due to the absence of a refined and precise ammonite zonation, or to the differential preservation and provincialism. In these cases, nannofossil data are also calibrated to magnetostratigraphy (ROTH *et al.*, 1983; BRALOWER *et al.*, 1989; COBIANCHI *et al.*, 1992; REALE *et al.*, 1992; MATTIOLI, 1996; MATTIOLI & ERBA, 1999; BORNEMANN *et al.*, 2003) and to calpionellid, dinoflagellates or/and radiolarian biostratigraphy (THIERSTEIN, 1976; COBIANCHI & ERBA, 1990; COBIANCHI *et al.*, 1992; REALE *et al.*, 1992; MATTIOLI, 1996; BUCEFALO PALLIANI & MATTIOLI, 1998; MATTIOLI & ERBA, 1999; BORNEMANN *et al.*, 2003; CHIARI *et al.*, 2007).

It is important to note that some nannofossil zonations, which are calibrated to precise ammonite biostratigraphic schemes, show significant differences related to the placement of nannofossil events. These discrepancies could be due to different concepts of the same nannofossil species, and/or to the distinct methodologies of work in both field and laboratory (space between the samples collected in the section, samples treatment, preparation techniques...).

Biostratigraphic schemes based on calcareous nannofossils have been proposed for NW Europe (BOWN, 1987b; BOWN & COOPER, 1998) and for Italy and S France (MATTIOLI & ERBA, 1999). Both reference schemes are helpful for dating the Boreal and Tethyan sections, although some discrepancies still remain between the events succession recognized by these authors and their calibration to the ammonite zonations established for both areas.

In this chapter, the calcareous nannofossil assemblages and the bioevents identified in the studied sections are described, and the degree of reproducibility of the Late Sinemurian–Early Toarcian nannofossil events recognized in N Spain with respect to other European basins, and the calibration of these events to ammonite zones and subzones, are discussed. An accurate and synthetic biostratigraphic scheme for N Spain, including both nannofossil zones and subzones, is proposed for the first time in this work. The recognized calcareous nannofossil zones and subzones are compared

to those established for NW Europe (BOWN & COOPER, 1998), Portugal (VEIGA DE OLIVEIRA *et al.*, 2007a) and Italy (MATTIOLI & ERBA, 1999).

The following abbreviations, in alphabetical order, have been used in this chapter, AB = Asturian Basin, AZ = Ammonite Zone, ASz = Ammonite Subzone, BCB = Basque-Cantabrian Basin, CNZ = calcareous nannofossil Zone, CNSz = Calcareous nannofossil Subzone, NJ = Jurassic calcareous nannofossil zones/subzones of Boreal Realm (NW Europe), NJT = Jurassic calcareous nannofossil zones/subzones of the Tethyan Domain (Italy).

## 7.2.- CALCAREOUS NANNOFOSSIL ASSEMBLAGES

Abundance and degree of preservation of calcareous nannofossil assemblages, and relative abundance of the species identified (See subchapters 3.3.3 and 3.3.4 for further information), are reported as figures (Tables 7.1-7.10). According to the results obtained from the semiquantitative analyses, nannofossil assemblages recovered from the Camino and San Andrés sections (Reinosa area, BCB) are moderately to well-preserved and show a higher number of species than those assemblages recovered from the Tudanca and Santotis sections (Río Nansa Valley, BCB), which are rare and usually poorly to moderately preserved. The nannofossil assemblages from the E and W Rodiles sections (AB) are relatively diverse and show a moderate to good degree of preservation.

### 7.2.1- TUDANCA SECTION

In the Tudanca section, the nannofossil assemblages from the Oxynotum and Raricostatum AZs, are characterized by the dominance of *Schizosphaerella* sp. and *O. hamiltoniae*, with scarce specimens of *C. crassus*, *M. elegans*, *C. plienschbachensis* and *Parhabdolithus* spp (Fig. 7.1). The nannofossil assemblages from the Jamesoni AZ are more diverse than those from the Raricostatum AZ and show a moderate degree of preservation. They are dominated by *Schizosphaerella* sp. and *O. hamiltoniae*, along with rare specimens of *C. crassus*, *M. elegans*, *P. l. distinctus*, *P. robustus*, *C. plienschbachensis*, *P. l. liasicus*, *T. patulus*, *C. primulus*, *C. minutus*, *C. cavus*, *C. granulatus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. crucifer*, *S. cruciulus*, *S. orbiculus* and *S. avitum* (Fig. 7.1).

Within the Jamesoni AZ, the first significant compositional change occurs, and it is related to the appearance and the immediate increase in abundance of the genus *Similiscutum*. The last specimens of *C. plienschbachensis* have been identified in the uppermost levels of this zone (Fig. 7.1). The assemblages from the Ibex AZ are slightly less diverse than those from the Jamesoni AZ, and show high abundances of *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. crassus* and *Similiscutum* spp., and low abundances of *M. elegans*, *T. patulus*, *C. primulus*, *C. cavus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. crucifer* and *Parhabdolithus* spp. Within the Ibex AZ, the first specimens of *C. jansae*





preserved and show a relatively high diversity of species. The taxa *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. crassus*, *P. I. distinctus*, *P. I. liasicus*, *C. crucifer*, *B. novum* and *B. finchii* dominate these assemblages, together with scarce specimens of the species *T. patulus*, *C. cavus*, *C. granulatus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. jansae* and of the genera *Calyculus*, *Similiscutum* and *Lotharingius*. The abundance of the genus *Similiscutum* notably decreases in the lower part of the Margaritatus AZ (Fig. 7.2).

During the overlying Spinatum AZ, another significant assemblage composition change took place. It is related to the sharp increase in the abundances of both *C. jansae* and *L. hauffii*. The nannofossil assemblages from the Spinatum AZ show a great diversity of species and a moderate to good degree of preservation, and are characterized by the abundant presence of *Schizosphaerella* sp., *C. crassus*, *P. I. distinctus*, *C. jansae*, *B. finchii*, *L. hauffii* and *L. barozii*, along with rare to very rare specimens of *P. I. liasicus*, *T. patulus*, *C. cavus*, *C. granulatus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. crucifer*, *Calyculus* spp, *B. novum*, *B. grande*, *M. lenticularis*, *B. prinsii* and *Similiscutum* spp. It is important to highlight the abundance decrease of the genera *Parhabdolithus* and *Crepidolithus*, in the upper part of the Spinatum AZ (Fig. 7.2).

#### 7.2.2- SANTOTIS SECTION

In the Santotis section (Fig. 7.3), *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae* and *C. crassus*, dominate the nannofossil assemblages from the Jamesoni AZ, along with scarce specimens of *C. granulatus*, *M. elegans*, *P. I. distinctus*, *P. I. liasicus*, *P. robustus*, *T. patulus*, *C. primulus*, *C. jansae*, *C. cavus*, *C. minutus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. pliensbachensis*, *C. crucifer*, *M. lenticularis*, *S. cruciulus*, *S. orbiculus* and *S. avitum*.

The first significant compositional change is the appearance of the genus *Similiscutum* within the Jamesoni AZ. The nannofossil assemblages from the Ibex AZ are less diverse than those from the Jamesoni AZ, and they are dominated by the taxon *Schizosphaerella* sp. and the genus *Parhabdolithus*, together with extremely rare specimens of the genera *Crepidolithus*, *Crucirhabdus*, *Mitrolithus*, *Similiscutum* and *Tubirhabdus*. The last appearance of *C. pliensbachensis* and the first specimens of *Calyculus* spp., have been recorded within the Ibex AZ. The relatively diverse and moderately preserved nannofloras of the Davoei AZ include abundant specimens of *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. crassus*, *P. I. liasicus*, *Crepidolithus* sp. 1 and *C. crucifer*, along with extremely rare specimens of the genera *Tubirhabdus*, *Crucirhabdus*, *Mitrolithus* and *Similiscutum*. The first specimens of *B. prinsii* and *B. novum*, and the last specimens of *P. robustus* have been recognized within the Davoei AZ.

The second significant compositional change recorded in the nannofossil assemblages is observed within the Stokesi AZ and includes the first appearances of *B. grande*, *B. finchii*, *L. barozii* and *L. hauffii*. The assemblages from the Stokesi AZ are dominated by *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. crassus*, *P. I. liasicus* and *C. crucifer*, with scarce specimens of the taxa *C. granulatus*, *P. I. distinctus*, *T. patulus*, *C.*

*primulus*, *C. jansae*, *C. cavus*, *Crepidolithus* sp. 1, *B. prinsii*, *B. novum* and of the genera *Calculus*, *Mitrolithus* and *Similiscutum*. The nannofossil assemblages from the Margaritatus AZ show a high diversity of species and a moderate to good degree of preservation. They are dominated by the taxa *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *P. l. liasicus* and *T. patulus*, and the genera *Crepidolithus*, *Similiscutum* and *Biscutum*, together with rare to very rare specimens of *P. l. distinctus*, *C. primulus*, *C. jansae*, *M. lenticularis*, *Calculus* spp., *L. barozii* and *L. hauffii*.

Substages		AZs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Samples	Abundance	Preservation	N species	Schizosphaerella sp.	O. hamiltoniae	C. crassus	C. granulatus	Crepidolithus spp.	M. elegans	P. liasicus distinctus	P. liasicus liasicus	P. robustus	Paraholothus spp.	T. patulus	C. primulus	C. jansae	C. cavus	C. minutus	Crepidolithus sp. 1	C. pliensbachensis	Similiscutum spp.	C. crucifer	M. lenticularis	S. cruciulus	S. orbiculus	S. avitum	Calculus spp.	B. prinsii	B. novum	B. grande	B. finchii	L. barozii	L. hauffii	Main events	Secondary events	CNZs	CNSzs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

**Figure 7.3.-** Distribution chart of the Santotis section showing the results obtained from the semiquantitative analyses. Calcareous nannofossil zones and subzones identified in this work are indicated and calibrated to ammonite zones. Main and secondary events are also represented.

**Figura 7.3.-** Tabla de distribución de la sección de Santotis que muestra los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos. Las zonas y subzonas de nanofósiles identificadas están indicadas y calibradas respecto a las zonas de ammonites. Los eventos principales y secundarios también están representados.

### 7.2.3- CAMINO SECTION

In the Camino section, the bad-preserved nannofossil assemblages from the Raricostatum AZ are characterized by the exclusive presence of *Schizosphaerella* sp. in the majority of the samples, with scarce specimens of *O. hamiltoniae* in few of them (Fig. 7.4). The assemblages from the Jamesoni AZ are poorly to moderately preserved and show a higher diversity of species than those from the Raricostatum AZ. They are characterized by high abundances of *Schizosphaerella* sp., *P. l. liasicus* and *C. crassus*, and scarce specimens of the taxa *O. hamiltoniae*, *C. jansae*, *T. patulus*, *P. l. distinctus*, *P. robustus*, *C. primulus*, *C. cavus*, *C. granulatus*, *Crepidolithus* sp. 1, *S. cruciulus*, *S. avitum*, *C. crucifer*, *C. plienschbachensis*, *M. lenticularis* and *S. orbiculus* (Fig. 7.4).

The appearance and the sharp increase in abundance of the genus *Similiscutum* represent the first significant composition change in the Plienschbachian assemblages. Always dominated by the taxa *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae* and the genera *Crepidolithus*, *Parhabdololithus* and *Similiscutum*, the nannofloras of the Ibex AZ also include rare to extremely rare specimens of *C. jansae*, *T. patulus*, *C. primulus* and *M. lenticularis*. The first specimens of *Calyculus* spp. and the last specimens of *P. robustus* and *C. plienschbachensis* have been identified within the Ibex AZ (Fig. 7.4).

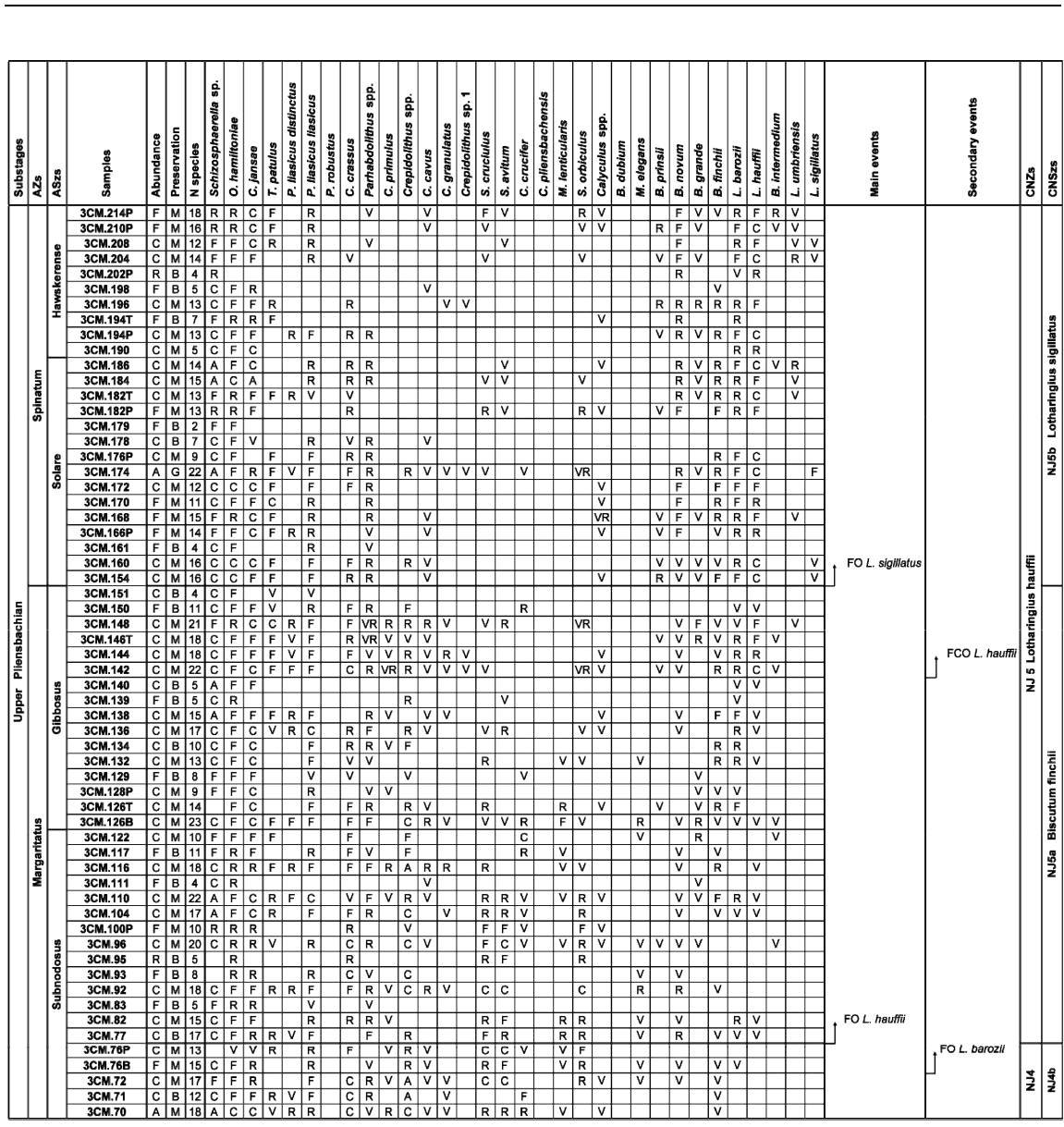
The nannofossil assemblages from the Davoei AZ show a relatively high diversity of species and a moderate degree of preservation. The species *Schizosphaerella* sp. and *O. hamiltoniae*, and the genera *Crepidolithus*, *Parhabdololithus* and *Similiscutum* dominate these assemblages, along with rare to very rare specimens of *C. jansae*, *T. patulus*, *C. primulus*, *M. lenticularis* and *Calyculus* spp. The first appearances of *B. dubium*, *M. elegans* and *B. prinsii* have been recognized within the Davoei AZ. The first specimens of *B. novum*, *B. grande* and *B. finchii* are observed in the overlying Stokesi AZ, whose nannofossil assemblages show similar trends to those from the Davoei AZ. In the uppermost levels of the Stokesi AZ, another significant compositional change is observed, related to the sharp increase in abundance of *C. jansae* (Fig. 7.4).

The first appearance of rare specimens of *L. barozii*, *L. hauffii*, *B. intermedium* and *L. umbriensis* have been recognized within the Margaritatus AZ (Fig. 7.5). The species *Schizosphaerella* sp., *C. jansae*, *P. l. liasicus* and *C. crassus* frequently represent the bulk of the nannofossil assemblages from the Margaritatus AZ.

It is important to highlight the notable abundance decrease of the genera *Similiscutum* and *Crepidolithus*, excluding the species *C. crassus*, in the lower part of the Margaritatus AZ, and the increase in abundance of the genera *Lotharingius*, especially of the taxon *L. hauffii*, and *Biscutum*, in the upper part of this zone. The main constituents of the assemblages from the Spinatum AZ are *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. jansae* and the *Biscutum* and *Lotharingius* taxa, whilst the genera *Parhabdololithus*, *Crepidolithus* and *Similiscutum* are reduced. The first specimens of *L. sigillatus* have been recognized within the Spinatum AZ (Fig. 7.5).

**Figura 7.4.-** Tabla de distribución de la sección de Camino que muestra los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos realizados sobre las muestras comprendidas entre las zonas *Raricostatum* y *Stokesi*. Las zonas y subzonas de nanofósiles identificadas están indicadas y calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites. Los eventos principales y secundarios también están representados.



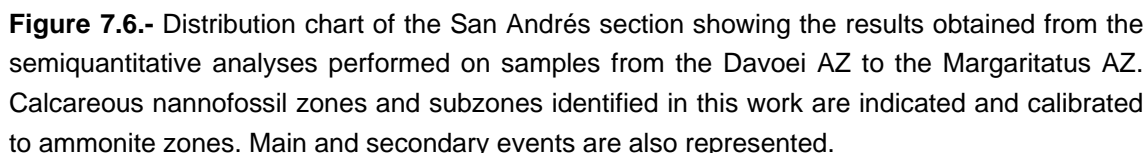


**Figure 7.5.-** Distribution chart of the Camino section showing the results obtained from the semiquantitative analyses performed on samples from the Margaritatus and Spinatum AZs. Calcareous nannofossil zones and subzones identified in this work are indicated and calibrated to ammonite zones and subzones. Main and secondary events are also represented.

**Figura 7.5.-** Tabla de distribución de la sección de Camino que muestra los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos realizados sobre las muestras correspondientes a las zonas Margaritatus y Spinatum. Las zonas y subzonas de nanofósiles identificadas están indicadas y calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites. Los eventos principales y secundarios también están representados.

#### 7.2.4- SAN ANDRÉS SECTION

In the San Andrés section, the nannofossil assemblages from the Davoei AZ are characterized by the high abundances of *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, and the *Parhabdolithus*, *Crepidolithus* and *Similiscutum* taxa, with scarce specimens of *C. jansae*, *C. primulus*, *T. patulus*, *Calyculus* spp. and *B. prinsii* (Fig. 7.6).



176

**Figure 7.7.-** Distribution chart of the San Andrés section showing the results obtained from the semiquantitative analyses performed on samples corresponding to the Margaritatus and Spinatum AZs. Calcareous nannofossil zones and subzones identified in this work are indicated and calibrated to ammonite zones. Main and secondary events are also represented.

**Figura 7.7.-** Tabla de distribución de la sección de Camino que muestra los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos realizados sobre las muestras correspondientes a las zonas Margaritatus y Spinatum. Las zonas y subzonas de nanofósiles identificadas están indicadas y calibradas respecto a las zonas de ammonites. Los eventos principales y secundarios también están representados.

The first appearances of *B. dubium*, *B. novum*, *B. grande*, *B. finchii*, *B. intermedium*, *L. barozii* and *L. hauffii* have been recognized within the Stokesi AZ. The assemblages from this zone are poorly to moderately preserved and more diverse than those from the Davoei AZ. They are dominated by *Schizosphaerella* sp., *C. crassus*, and the species belonging to the genera *Parhabdolithus* and *Similiscutum*, along with rare specimens of *O. hamiltoniae*, *C. jansae*, *M. lenticularis*, *C. primulus*, *T. patulus*, *C. cavus*, *C. crucifer*, *C. granulatus*, *Crepidolithus* sp. 1, *Calyculus* spp., *M. elegans*, *B. prinsii* and of the genera *Biscutum* and *Lotharingius* (Fig. 7.6).

The sharp increase in abundance of the species *C. jansae*, located in the uppermost levels of the Stokesi AZ, represents the first significant compositional change in these assemblages (Fig. 7.6). The species *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. jansae*, *P. l. distinctus*, *P. l. liasicus*, *T. patulus* and *C. crassus* usually represent the bulk of the nannofossil assemblages from the Margaritatus AZ (Figs. 7.6-7).

It is noteworthy that the abundance of the genus *Similiscutum* notably decreases in the lower part of the Margaritatus AZ. Slightly above the Margaritatus/Spinatum AZ boundary, another significant assemblage composition change has been recorded. It is related to the sharp increase in abundance of *L. hauffii*. Furthermore, an increase in the abundance of the species *B. grande*, *B. finchii* and *L. barozii* is observed in this zone. The main constituents of the assemblages from the Spinatum AZ are *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. jansae* and the *Parhabdolithus*, *Biscutum* and *Lotharingius* taxa, whilst the genera *Crepidolithus* and *Similiscutum* are scarce (Fig. 7.7).

#### 7.2.5- E RODILES SECTION

In the E Rodiles section, the rare and poorly preserved nannofossil assemblages from the Obtusum AZ are characterized by the dominance of *Schizosphaerella* sp, together with very rare specimens of *Parhabdolithus* spp. and *Crepidolithus* spp (Fig. 7.8).

The first significant composition change in the assemblages is the appearance of *C. crassus*, which is located in the intermediate levels of the Obtusum AZ, Obtusum ASz. The main constituents of the rare and poorly preserved assemblages from the Oxynotum AZ are the species *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. crassus*, *C. primulus* and the genus *Parhabdolithus* (Fig. 7.8). The assemblages from the Raricostatum AZ are poorly to moderately preserved and show a higher diversity of species than those from the Oxynotum AZ. They are characterized by high abundances of *Schizosphaerella* sp., with scarce specimens of the species *O. hamiltoniae*, *C. primulus*, *T. patulus* and *M. lenticularis*, and of the genera *Parhabdolithus* and *Crepidolithus* (Fig. 7.8).

Substages	AZs	ASzs	Samples	Abundance	Preservation	N species	Schizosphaerella sp.	O. hamiltoniae	Parahoplolithus spp.	P. ilasius distinctus	C. crassus	P. ilasius ilasius	Crepidolithus spp.	C. pilensbachensis	P. robustus	C. primulus	Crepidolithus sp. 1	C. iansae	T. patulus	C. cavus	M. lenticularis	C. minutus	M. elegans	Similiscutum spp.	S. cruciatus	C. granulatus	C. crucifer	S. avitum	S. orbiculus	Calyculus spp.	B. priusli	B. dubium	B. novum	B. finchii	B. grande	L. hauffii	L. umbrinensis	L. barozzi	B. intermedium	L. sigillatus	Main events	Secondary Events	CNZs	CNSzs		
Upper Shemurian	Raricostatum	Macdonnellii	ER.375	F	M	11	F	R	VR	VR	VR	VR	VR	VR	VR	VR	VR	VR	VR	VR	VR																									
			ER.373	R	M	8	F	R	VR			VR	VR	VR																																
			ER.365M	RF	M	9	F	R	VR	VR	VR	VR	VR	VR																																
			ER.359T	F	M	8	F	F	VR	VR	VR	R		VR																																
			ER.357	R	B	2	R	VR																																						
			ER.351	F	M	7	F	R		VR		R					VR		VR	VR																										
			ER.345	RF	M	8	F	R	VR	VR	VR	R																																		
			ER.339	R	M	9	R	VR		VR	VR	VR	VR	VR	VR	VR	VR																													
			ER.333	R	BM	4	R	R		VR		VR																																		
			ER.327	R	B	2	R	VR																																						
			ER.321	F	M	5	F	F		VR		R					VR																													
Upper Shemurian	Raricostatum	Raricostatum	ER.311	R	M	5	F	R		VR	VR																																			
			ER.305	R	BM	2	F	R																																						
			ER.297	R	BM	2	RF	R																																						
			ER.285	F	M	2	F	VR																																						
			ER.279	F	B	2	F	VR																																						
			ER.271	F	M	4	F	R	VR			VR			VR																															
			ER.263	R	B	2	R	VR																																						
			ER.254	VR	B	2	R	VR																																						
			ER.248	VR	B	2	VR	VR																																						
			ER.241	VR	B	2	VR	VR																																						
Upper Shemurian	Densinodulum	Densinodulum	ER.233	R	M	3	RF	VR			VR																																			
			ER.227	R	B	2	R	VR																																						
			ER.217	R	B	4	R	VR			VR																																			
			ER.211	VR	B	2	R	VR																																						
			ER.201	VR	B	3	VR	VR				VR																																		
			ER.193	VR	B	1	VR																																							
			ER.189	R	B	3	R	VR				VR																																		
			ER.183	R	BM	3	RF	R																																						
			ER.175	R	B	2	R	VR																																						
			ER.171	VR	B	2	R	VR																																						
Upper Shemurian	Oxynotum	Oxynotum	ER.167	VR	B	1	VR																																							
			ER.161	VR	B	1	R																																							
			ER.149	R	B	2	R	VR																																						
			ER.139	R	BM	2	R	R																																						
			ER.125	R	B	3	R	VR	VR																																					
			ER.115	R	B	5	R	VR			VR				VR																															
			ER.99	R	B	2	R	R																																						
			ER.87	R	BM	3	R	R																																						
			ER.79	R	BM	2	R	R																																						
			ER.75	R	BM	2	R	R																																						
Upper Shemurian	Stellare	Stellare	ER.67	VR	B	1	VR																																							
			ER.61	R	BM	3	R				VR		VR																																	
			ER.55	R	BM	1	R																																							
			ER.53	VR	B	1	VR																																							
			ER.49T	VR	B	1	VR																																							
			ER.49B	VR	B	1	R																																							
			ER.43.3	R	BM	3	R				VR			VR																																
			ER.43.2	F	BM	1	F																																							
			ER.43.1	R	B	1	F																																							
			ER.41	R	B	1	R																																							
Upper Shemurian	Obtutum	Obtutum	ER.39	R	B	3	R				VR		VR																																	
			ER.35	R	BM	1	RF																																							
			ER.33	R	BM	1	RF																																							

The second compositional change in the nannofossil assemblages is the appearance of the genus *Similiscutum* within the Jamesoni AZ (Fig. 7.9). The assemblages from this zone are represented by abundant *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. crassus* and the genus *Parhabdolithus*, and scarce specimens of the taxa *C. pliensbachensis*, *P. robustus*, *C. primulus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. jansae*, *T. patulus*, *C. cavus*, *M. lenticularis*, *C. minutus*, *M. elegans*, *S. cruciulus*, *C. granulatus*, *C. crucifer* and *S. avitum* (Fig. 7.9).

During the Ibex AZ, the species *Schizosphaerella* sp., *C. crassus*, *P. I. liasicus* and *M. elegans* strongly contribute to the assemblages, and scarce specimens of the taxa *P. I. liasicus*, *C. pliensbachensis*, *P. robustus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. jansae*, *T. patulus*, *C. cavus*, *C. granulatus* and *C. crucifer* and of the genera *Crucirhabdus*, *Mitrolithus* and *Similiscutum*, have been also recognized. The last specimens of *C. pliensbachensis* and *P. robustus*, and the first appearance of *Calyculus* spp., have been recorded within the Ibex AZ (Fig. 7.9).

The relatively abundant and moderately preserved nannofloras of the Davoei AZ are dominated by *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *Crepidolithus* spp. and *Parhabdolithus* spp., and also include scarce specimens of the species *C. primulus*, *T. patulus* and of the genera *Mitrolithus*, *Similiscutum* and *Calyculus*. The first specimens of *B. prinsii* have been identified with this zone (Fig. 7.9).

Above the Davoei/Stokesi AZ boundary, the third significant compositional change is observed. It is related, on one hand, to the first appearances of *B. dubium*, *B. novum*, *B. finchii* and *B. grande* and, on the other hand, to the sharp increase in abundance of both *C. jansae*. The taxa *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *P. I. distinctus*, *C. crassus*, *P. I. liasicus*, *C. jansae*, *T. patulus* and *C. crucifer* are the main contributors to the relatively abundant and moderately to well-preserved nannofossil assemblages from the Stokesi AZ, together with scarce specimens of *C. primulus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. cavus*, *M. lenticularis*, *Similiscutum* spp., *Calyculus* spp. *B. prinsii* and *Biscutum* spp (Fig. 7.9).

During the overlying Margaritatus AZ, another important compositional change took place with the first appearances of *L. hauffii*, *L. umbriensis*, *L. barozii* and *B. intermedium*, and the sharp increase in abundance of *L. hauffii* in the uppermost levels of this zone. The taxa *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *P. I. distinctus*, *C. crassus*, *P. I. liasicus*, *C. jansae*, *T. patulus* and *C. crucifer* represent the bulk of the diverse and well-preserved nannofossil assemblages from the Margaritatus AZ, as it occurs in the Stokesi AZ (Fig. 7.9). The most important contributors to the abundant and moderate preserved assemblages from the Spinatum AZ are *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *C. jansae*, *T. patulus* and *L. hauffii*. It is important to highlight the notable abundance decrease of the genera *Similiscutum* and *Crepidolithus*, and the increase in the abundance of *Lotharingius*, within the Spinatum AZ (Fig. 7.9).

---

**Figura 7.9.-** Tabla de distribución de la sección de E Rodiles que muestra los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos realizados sobre las muestras del Pliensbachense. Las zonas y subzonas de nanofósiles están indicadas y calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites. Los eventos principales y secundarios también están representados.

It is important to note that the abundance of both *Schizosphaerella* sp. and *C. jansae* dramatically decreases in upper part of this zone. The last specimens of *C. primulus* and the first appearance of *C. superbus* are also recorded in the upper part of the Tenuicostatum AZ. The taxa *Schizosphaerella* sp., *O. hamiltoniae*, *T. patulus*, *C. crassus*, *C. crucifer*, *Calyculus* spp., *L. hauffii*, *L. sigillatus* and *L. crucicentralis* dominate the abundant and moderately to well-preserved assemblages from the Serpentinum AZ, together with scarce specimens of the genera *Parhabdolithus*, *Similiscutum*, *Biscutum* and *Carinolithus*. The first specimens of *C. poulgabronnei* and *C. cantaluppii* and the last appearance of *C. jansae* have been recognized in the lowermost levels of the Serpentinum AZ.

Upper Pliensbachian			Lower Toarcian			Substages	
Spinatum			Serpentinum			ASzs	Azs
Ap			Elegantulum			Fa	Samples
Ha			Se				Abundance
Pa			Tenuicostatum				Preservation
							N species
							<i>Schizosphaerella</i> sp.
							<i>O. hamiltoniae</i>
							<i>C. jenseae</i>
							<i>M. elegans</i>
							<i>Perhabdolithus</i> spp.
							<i>P. ilasius distinctus</i>
							<i>P. ilasius lasius</i>
							<i>T. patulus</i>
							<i>Crepidolithus</i> spp.
							<i>C. crassus</i>
							<i>C. crucifer</i>
							<i>C. cavus</i>
							<i>Similicinctum</i> spp.
							<i>S. cruciolus</i>
							<i>S. avutum</i>
							<i>Calyculus</i> spp.
							<i>B. finchii</i>
							<i>B. dubium</i>
							<i>B. novum</i>
							<i>B. grande</i>
							<i>L. barozii</i>
							<i>L. hauffii</i>
							<i>L. umbriensis</i>
							<i>C. primulus</i>
							<i>B. prinisli</i>
							<i>C. granulatus</i>
							<i>Crepidolithus</i> sp. 1
							<i>L. sigillatus</i>
							<i>B. intermedium</i>
							<i>L. crucicentrals</i>
							<i>M. lenticularis</i>
							<i>C. superbus</i>
							<i>C. poulhabronaei</i>
							<i>C. cantaluppii</i>
							Main events
							Secondary events
							CNZs
							CNZs

**Figura 7.10.-** Tabla de distribución de la sección de O Rodiles que muestra los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos. Las zonas y subzonas de nanofósiles identificadas están indicadas y calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites. Los eventos principales y secundarios también están representados.



### 7.3.- CALCAREOUS NANNOFOSSIL BIOHORIZONS

In all the studied sections (Fig. 7.11), calcareous nannofossil biohorizons nearly lie in the same stratigraphic position with respect to the ammonite zones and subzones established in both the BCB (BRAGA *et al.*, 1985, 1988) and the AB (GÓMEZ *et al.*, 2008; COMAS-RENGIFO *et al.*, *in litt.*). The nannobiohorizons recognized in this work have been distinguished as main and secondary events. The main events identified are the FOs of *C. crassus*, *S. cruciulus*, *B. novum*, *L. hauffii*, *L. sigillatus* and *C. superbus*. Excluding *C. superbus*, which is exclusively identified in the W Rodiles section, the other three taxa are recorded consistently and commonly in the studied samples and provide a continuous biostratigraphic signal. The secondary events are difficult to recognize because they are based on taxa with a discontinuous record and are usually rare or extremely rare, in particular in their initial and final ranges. They include, in stratigraphical order, the FOs of *O. hamiltoniae*, *B. grande*, *B. finchii* and *L. barozii* and the FCOs of *C. jansae* and *L. hauffii*.

In the AB, the FO of *C. crassus* is located in the Obtusum AZ and, concretely, within the Obtusum ASz. In the BCB, this event has not been recognized, since it occurs below the first studied samples.

In the E Rodiles section, the FO of *S. cruciulus* took place within the Brevispina ASz. In the BCB, this main event lies within the Jamesoni AZ in all the studied sections and, in the Tudanca and Camino sections, it has been nicely recognized within the Jamesoni and Brevispina ASzs, respectively. Hence, the NJ3 *Crepidolithus crassus* CNZ spans from the Obtusum AZ to the Jamesoni AZ.

In all the studied sections, the FO of *B. novum* is nicely recognizable. In the AB, the first specimens of this species have been recognized in the lowermost levels of the Stokesi AZ, Monestieri ASz. In the Río Nansa Valley, this main event lies in the uppermost levels of the Davoei AZ, and in the Reinosa area, it occurs in the lowermost levels of the Stokesi AZ. In the Camino section this event lies in the Monestieri ASz.

In the E Rodiles section, the FO of *L. hauffii* is located within the Subnodosus ASz. In the Santotis and San Andrés sections, this main event lies slightly below the Stokesi/Margaritatus AZ boundary, whilst at Tudanca and Camino sections it occurs in the lowermost levels of the Subnodosus ASz. Consequently, the NJ4 *Similiscutum cruciulus* CNZ spans from the Jamesoni AZ to the Stokesi/Margaritatus AZ boundary.

The overlying main event is the FO of *L. sigillatus*. In the E and W Rodiles sections, it lies within the Apyrenum ASz. In the BCB, though this event has not been recorded in the Tudanca section, at Camino and San Andrés sections, the oldest specimens of this species are recognizable above the Margaritatus/Spinatum AZ boundary.

The FO of *C. superbus* has been only recognized in the W Rodiles section, within the Semicelatum ASz, since in the other sections it occurs above the last studied samples. Consequently, the NJ5 *Lotharingius hauffii* CNZ spans from the Stokesi/Margaritatus AZ boundary to the Tenuicostatum AZ.

[illegible]

**Figure 7.11.-** Calcareous nannofossil zones and subzones, and the main and secondary events recognized in the Camino and San Andrés sections (Reinosa area), the Tudanca and Santotis sections (Río Nansa Valley) and the E and W Rodiles sections (AB), calibrated to the ammonite zones and subzones established in the BCB (Camino section: BRAGA *et al.*, 1988) and in the AB (COMAS-RENGIFO *et al.*, *in litt.*). So-Ap<sup>(\*)</sup> = The Solare ASz established by BRAGA *et al.* (1988) in the Camino section, roughly corresponds to the Apyrenum ASz recently described by COMAS-RENGIFO *et al.* (*in litt.*) in the AB. See Appendix 1 for abbreviations.

**Figura 7.11.-** Zonas y subzonas de nanofósiles calcáreos, y eventos principales y secundarios identificados en las secciones de Camino y San Andrés (Área de Reinosa), Tudanca y Santotis (Valle del río Nansa) y E y O Rodiles (Asturias), calibrados respecto a las zonas y subzonas establecidas para la Cuenca Vasco-Cantábrica (Sección de Camino: BRAGA *et al.*, 1988) y para Asturias (COMAS-RENGIFO *et al.*, *in litt.*). So-Ap<sup>(\*)</sup> = La Subzona Solare establecida por BRAGA *et al.* (1988) en la sección de Camino, corresponde de manera aproximada a la Subzona Apyrenum descrita recientemente por COMAS-RENGIFO *et al.* (*in litt.*) en Asturias. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

The first secondary event recognized in this work is the FO of *O. hamiltoniae*, and, in the AB it is located within the Oxynotum ASz. In the BCB, this event has not been recognized, since it occurs below the first studied samples.

In the AB, the FOs of *B. grande* and *B. finchii* have been identified within the Stokesi AZ, Monestieri ASz. In the Santotis, Camino and San Andrés sections, these two secondary events are recorded below the Stokesi/Margaritatus AZ boundary. In the Camino section, the FOs of *B. grande* and *B. finchii* are located within the Monestieri and Celebratum ASzs, respectively.

In the E Rodiles section, the overlying FO of *L. barozii* has been recognized within the Subnodosus ASz. In the BCB, this event lies slightly below the Stokesi/Margaritatus AZ boundary in the Santotis and San Andrés sections, or above this boundary, concretely within the Subnodosus ASz, in the Tudanca and Camino sections. Though *L. barozii* is rare in its initial range, the first appearance of small-sized *Lotharingius* (including *L. hauffii* and *L. umbriensis*) is a reproducible event that occurs close to the Stokesi/Margaritatus AZ boundary.

Among the extremely rare taxa recorded in this interval are *B. dubium* and *B. prinsii*. The oldest scattered specimens of both species have been recognized around the Figulinum/Monestieri ASz boundary in the E Rodiles section, within the Capricornus ASz in the Camino section, and across the Davoei/Stokesi AZ boundary in the San Andrés section. These species are extremely rare in these three sections. Unfortunately, in the Tudanca and Santotis sections these two species are very scarce or absent. Hence, the FOs of *B. dubium* and *B. prinsii* seem to be not useful for biostratigraphic correlations.

It must be note the remarkable increase in the abundance of *C. jansae* and of *L. hauffii*, (passing from very rare, 1 specimen in more than 101 fields of view, to few/common, 1 specimen in 2-30 fields of view) in the late Pliensbachian succession of the studied sections, and therefore their first common occurrences (FCOs) are helpful. In the AB, the FCO of *C. jansae* is located slightly below the Stokesi/Margaritatus AZ

boundary, in the Celebratum ASz, and the FCO of *L. hauffii* has been recognized within the Gibbosus ASz. In the Reinosa area, the FCO of *C. jansae* lies around the Stokesi/Margaritatus AZ boundary and the FCO of *L. hauffii* slightly below the Margaritatus/Spinatum AZ boundary. In the Camino section, the FCO of *C. jansae* is located within the Celebratum ASz and the FCO of *L. hauffii* lies in the Gibbosus ASz. In the Río Nansa Valley, the Margaritatus and Spinatum AZs crop out only in the Tudanca section, where the FCO of *C. jansae* has been recognized in the Gibbosus ASz and the FCO of *L. hauffii* lies in the Solare ASz. Hence, these two secondary events seem to be useful for biostratigraphic correlations; in particular the FCO of *L. hauffii*, which is easily reproducible in both the AB and the BCB, and approaches the Margaritatus/Spinatum AZ boundary.

## 7.4.- DISCUSSION

The nannobiohorizons and the CNZs and CNSzs identified in N Spain (Fig. 7.11) are here compared with those proposed for NW Europe (BOWN & COOPER, 1998), Italy (MATTIOLI & ERBA, 1999), and Portugal (VEIGA DE OLIVEIRA *et al.*, 2007a) in order to test if both biohorizons, and zones and subzones are consistent with the record of other European basins (Fig. 7.12). The works of BOWN (1987b) and BOWN *et al.* (1988) for NW Europe; REALE *et al.* (1992) and COBIANCHI (1992) for Italy; PERILLI & DUARTE (2006) for Portugal, have also been taken into account.

In NW Europe, the FO of *C. crassus* defines the base of the NJ3 *Crepidolithus crassus* CNZ, and it lies within the Oxynotum AZ (BOWN & COOPER, 1998). In N Spain, this event has been recognized within the Obtusum AZ. In the Tethyan Domain, MATTIOLI & ERBA (1999) use the FO of *C. pliensbachensis* to define the base of the NJT3 *Crepidolithus pliensbachensis* CNZ, instead of the FO of *C. crassus*, which is located in the Raricostatum AZ.

The FO of *S. cruciulus* is the oldest Pliensbachian calcareous nannofossil event recognized in NW Europe, Portugal, Italy, and N Spain. It defines the base of the NJ4 (NW Europe; BOWN & COOPER, 1998) or NJT4 (Tethyan Domain; MATTIOLI & ERBA, 1999) *Similiscutum cruciulus* CNZ and in all the mentioned areas is placed within the Jamesoni AZ. Actually, BOWN & COOPER (1998) and MATTIOLI & ERBA (1999) locate the FO of *S. cruciulus* slightly above the Raricostatum/Jamesoni AZ boundary. According to PERILLI *et al.* (2004), in N Spain this event lies in the Brevispina ASz, and precedes the remarkable abundance change in the assemblages related to the appearance of other species of the genus *Similiscutum*, which takes place within the Jamesoni AZ.

In NW Europe and Italy, the NJ4/NJT4 *Similiscutum cruciulus* CNZ, is subdivided into two portions NJ4a *Crepidolithus pliensbachensis* and NJ4b *Crepidolithus granulatus* CNSzs, and NJT4a *Parhabdololithus robustus* and NJT4b *Similiscutum cruciulus* CNSzs, respectively, on the basis of the last occurrence (LO) of *Parhabdololithus robustus*. In these areas this event lies within the Ibex AZ, whilst in Portugal the LO of *P. robustus* has been placed in the Margaritatus AZ. In N Spain, the

species *P. robustus* is extremely rare or absent in the studied samples. In addition to the rarity of *P. robustus*, in poorly preserved assemblages, it is difficult to differentiate this taxon from the other species belonging to the genus *Parhabdolithus*. Consequently, the exact stratigraphic position of this event with respect to the ammonite zones should be further investigated. In Portugal, the FOs of *B. grande* and *B. finchii* are recorded above the Davoei/Margaritatus AZ boundary, slightly below the LO of *P. robustus*. In N Spain, the FOs of *B. grande* and *B. finchii* lies above the FO of *B. novum* and these three events have been recognized within the Stokesi AZ. This interval is correlatable with the lower portion of the Margaritatus AZ of the Boreal and Tethyan sections. In the studied sections, the nicely recognizable FO of *B. novum*, located slightly above the Davoei/Stokesi AZ boundary, is used to subdivide the NJ4 *Similiscutum cruciulus* CNZ into two portions, NJ4a *Crepidolithus plienschbachensis* and NJ4b *Crepidolithus granulatus* CNSzs.

The FO of *L. hauffii* defines the base of the NJ5/NJT5 *Lotharingius hauffii* CNZ in NW Europe and Italy. This event is located within the Margaritatus AZ in NW Europe, and around the Stokesi/Margaritatus AZ boundary in N Spain. In Italy and Portugal, the FO of *L. hauffii* occurs within the overlying Spinatum AZ. In the Tethyan Domain, MATTIOLI & ERBA (1999) place this event within Emaciatum AZ that, according to our interpretation, roughly corresponds to the Hawskerense ASz established in N Spain.

Hence, based on ammonites the FO of *L. hauffii* seems to be a diachronous event. It is not excluded here that the FO of *L. hauffii* recognized in Portugal and Italy could be correlatable with the FCO *L. hauffii* identified in N Spain. Probably, the small-sized *Lotharingius* firstly appeared in the Boreal Domain, spreading later to the Tethyan area.

In NW Europe and Portugal, the NJ5 CNZ is divided into two portions, NJ5a *Biscutum finchii* and NJ5b *Crepidolithus impontus*, based on the FO of *Crepidolithus impontus*, which has been identified within the Spinatum AZ. In N Spain this event is not reproducible due to the difficulty in distinguishing *C. impontus* from *C. cavus*, which first occurs within the Jamesoni AZ in the studied sections. In Italy, the boundary between the NJT5a *Biscutum finchii* and NJT5b *Lotharingius sigillatus* CNSzs is defined by the FO of *L. sigillatus*, which is placed in the base of the Tenuicostatum AZ. However, in N Spain, Portugal and NW Europe this biohorizon lies within the Spinatum AZ. The FO of *L. sigillatus* could be useful to subdivide the NJ5 *Lotharingius hauffii* CNZ also in the Boreal sections and hence, the boundary between the NJ5a *Biscutum finchii* and NJ5b *Lotharingius sigillatus* CNSzs could be based on this biohorizon.

The FO of *C. superbus* defines the base of the NJ6/NJT6 *Carinolithus superbus* CNZ in NW Europe and Italy. This event is located within the Falciferum AZ in NW Europe, which correlatable with the Serpentinum AZ of our work, and around the Tenuicostatum/Serpentinum AZ boundary in N Spain. In Italy, the FO of *C. superbus* lies within the Tenuicostatum AZ, and in Portugal this event has been recognized within the Levisoni AZ that, according to our interpretations, roughly corresponds to the Serpentinum AZ established in N Spain.

Present work; N Spain			Veiga de Oliveira et al. (2007); Lusitanian Basin (Portugal)						Bown & Cooper (1998); NW Europe						Mattioli & Erba (1999); Mediterranean area (Italy)					
Stage	Substage	Amn.	AZs	CNZs	CNSzs	Main events	Secondary events	Amn.	AZs	CNZs	CNSzs	Main events	Secondary events	Amn.	AZs	CNZs	CNSzs	Main events	Secondary events	
Sinemurian	Upper	Ra		NJ3	C. crassus			Ra		NJ3	C. crassus			Ra		NJT3a	M. lenticalens			
		Ox						Ox						Ox		NJT3	C. pliensbachensis			
		Ib							Ib						Ib					
		Ob							Ob		NJ2	P. iasius	NJ2b	M. elegans	Ob					
Pliensbachian	Lower	Da		NJ4	S. cruciatus			Da		NJ4	S. cruciatus			Da		NJT4	S. cruciatus			
		St						St						St						
		Mt						Mt						Mt						
		Sp						Sp						Sp						
Toarcian	Lower	Te						Te						Te						
		St						St						St						

**Figure 7.12.-** Comparison of the calcareous nannofossil zones and subzones, their boundaries, and the main and secondary events recognized in this work, with the Lusitanian Basin (VEIGA DE OLIVEIRA *et al.*, 2007a), NW Europe (BOWN & COOPER, 1998), and Italy (MATTIOLI & ERBA, 1999), calibrated to the ammonite zones. See Appendix 1 for abbreviations.

**Figura 7.12.-** Comparación de las zonas y subzonas de nanofósiles calcáreos, sus límites, y los eventos principales y secundarios identificados en este trabajo, con los reconocidos en la Cuenca Lusitánica (VEIGA DE OLIVEIRA *et al.*, 2007a), NO de Europa (BOWN & COOPER, 1998), e Italia (MATTIOLI & ERBA, 1999), calibrados respecto a las zonas de ammonites. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

According to these observations, and based on the main changes observed in nannofossil assemblages and on the succession of nannobiohorizons identified, all the Upper Sinemurian, Pliensbachian and Early Toarcian nannofossil zones and subzones established in NW Europe (BOWN & COOPER, 1998) have been identified in this work (Fig. 7.12). Our data are consistent with those published by PERILLI & COMAS-RENGIFO (2002), PERILLI *et al.* (2004, 2010) and FRAGUAS *et al.* (2007a, 2007b, 2008a, 2008b) for the BCB, and by FRAGUAS & YOUNG (2009) and FRAGUAS *et al.* (2010) for the W Rodiles section (AB).

#### **NJ2 Parhabdolithus liasicus CNZ**

Author: BOWN (1987b).

Definition: FO of *Parhabdolithus liasicus distinctus* to the FO of *Crepidolithus crassus*.

Range in this work: The lower boundary of this zone has not been recognized since it is located below the first studied sample. The upper boundary lies within the Obtusum AZ.

#### **NJ3 Crepidolithus crassus CNZ**

Author: BARNARD & HAY (1974), BOWN & COOPER (1998).

Definition: FO of *Crepidolithus crassus* to the FO of *Similiscutum cruciulus*.

Range in this work: From the Obtusum AZ to the Jamesoni AZ.

Remarks: Firstly used by PRINS (1969) as a subzone within the *Crepidolithus* CNZ spanning the Davoei and Margaritatus AZs. BARNARD & HAY (1974), described the *Crepidolithus crassus* CNZ as the time interval from the FO of *C. crassus* to the FO of *P. cylindratus*, spanning the Raricostatum, Jamesoni and Ibex AZs. However, BOWN (1987b) considered the *Crepidolithus crassus* Zone as the time interval between the FO of *C. crassus* and the FO of *B. novum*. BOWN & COOPER (1998) modified its upper boundary, making it coincide with the FO of *S. cruciulus*.

#### **NJ4 Similiscutum cruciulus CNZ**

Author: BOWN (1987b), emended by BOWN & COOPER (1998).

Definition: FO of *Similiscutum cruciulus* to the FO of *Lotharingius hauffii*.

Range in this study: From the Jamesoni AZ to the Stokesi/Margaritatus AZ boundary.

Remarks: Firstly described by BOWN (1987b) as the time interval between the FO of *B. novum* and the FO of *L. hauffii*, this zone was emended by BOWN & COOPER (1998).

They supported that the FO of *S. cruciulus* defines the base of the NJ4 *Similiscutum cruciulus* CNZ.

Subzones:

**NJ4a *Crepidolithus plienschachensis* CNSz**

Author: BOWN (1987b), emended herein.

Definition: FO of *Similiscutum cruciulus* to the FO of *Biscutum novum*.

Range in this study: From the Jamesoni AZ to the lowermost levels of the Stokesi AZ.

**NJ4b *Crepidolithus granulatus* CNSz**

Author: BOWN (1987b), emended herein.

Definition: FO of *Biscutum novum* to the FO of *Lotharingius hauffii*.

Range in this study: From the lowermost levels of the Stokesi AZ to the Stokesi/Margaritatus AZ boundary.

**NJ5 *Lotharingius hauffii* CNZ**

Author: BOWN (1987b).

Definition: FO of *Lotharingius hauffii* to the FO of *Carinolithus superbus*.

Range in this study: From the Stokesi/Margaritatus AZ boundary to the Tenuicostatum AZ.

Remarks: BOWN (1987b) and BOWN & COOPER (1998) propose that the time interval spanned by this zone coincides with the stratigraphic distribution of *B. finchii*.

Subzones:

**NJ5a *Biscutum finchii* CNSz**

Author: BOWN (1987b), emended herein.

Definition: FO of *Lotharingius hauffii* to the FO of *Lotharingius sigillatus*.

Range in this study: From the Stokesi/Margaritatus AZ boundary to the Spinatum AZ.

**NJ5b *Lotharingius sigillatus* CNSz**

Author: MATTIOLI & ERBA (1999), emended herein.

Definition: FO of *Lotharingius sigillatus* to the FO of *Carinolithus superbus*.

Range in this study: From the Spinatum AZ to the Tenuicostatum AZ.

**NJ6 *Carinolithus superbus* CNZ**

Author: BOWN (1987b).

Definition: FO of *Carinolithus superbus* to the FO of *Discorhabdus striatus*.

Range in this study: The upper boundary of this zone has not been identified since it is located above the last studied samples. Its lower boundary lies within the Tenuicostatum AZ.



## 8.- BIOMETRY

### 8.1.- INTRODUCTION

Size variations of coccoliths have been intensely investigated during the last two decades. Biometric analyses were performed on coccoliths, in order to resolve certain taxonomic and/or evolutionary problems, or to determine the influence of the environmental conditions on their size.

Recently, biometric analyses were applied to coccoliths collected from sediment traps or surface sediments, in order to evaluate the influence of the environmental parameters (e.g. temperature, salinity, nutrients) on their morphology and size (e.g. BOLLMANN, 1997; KNAPPERTSBUSCH *et al.*, 1997; BAUMANN & SPRENGEL, 2001; RENAUD *et al.*, 2002; QUINN *et al.*, 2003; HENDERIKS & RENAUD, 2004; BOLLMANN *et al.*, 2009).

Other morphometric studies are based on Cenozoic calcareous nannofossils (e.g. HENDERIKS, 2008; HENDERIKS & PAGANI, 2008; TREMOLADA *et al.*, 2008), and the majority of them regards specific groups such as the genus *Reticulofenestra* HAY, MOHLER & WADE, 1966 *emend.* GALLAGHER, 1989 (e.g. BACKMAN & HERMELIN, 1986; YOUNG, 1990; BEAUFORT, 1992; TAKAYAMA, 1993; HUANG, 1997; KAMEO & TAKAYAMA, 1999), the species *Emiliana huxleyi* (LOHMANN, 1902) HAY & MOHLER, 1967 (e.g. YOUNG & WESTBROEK, 1991; YOUNG, 1995; YOUNG *et al.*, 1996; COLMENERO-HIDALGO *et al.*, 2002; BOLLMANN *et al.*, 2009) and *Calcidiscus leptoporus* MURRAY & BLACKMAN, 1898 (e.g. KNAPPERTSBUSCH *et al.*, 1997; KNAPPERTSBUSCH, 2000; RENAUD & KLAAS, 2001; RENAUD *et al.*, 2002; HENDERIKS & RENAUD, 2004).

Morphometric studies on Mesozoic calcareous nannofossils are still relatively scarce and mainly discuss their size variations during specific paleoceanographic perturbations, such as the Late Oxfordian climatic change (GIRAUD *et al.*, 2006), the Jurassic/Cretaceous boundary (BORNEMANN *et al.*, 2003), the Early Aptian Oceanic Anoxic Event (OAE)1a (TREMOLADA & ERBA, 2002), the Late Albian OAE1d (BORNEMANN & MUTTERLOSE, 2006), the Campanian/Maastrichtian boundary (LINNERT & MUTTERLOSE, 2009a) and the Cretaceous/Tertiary boundary (THIBAUT *et al.*, 2004). Recently, biometric analyses were applied to *Watznaueria* taxa from the Bajocian/Bathonian boundary interval of SE France, in order to improve the knowledge about the taxonomy and evolution of this genus (TIRABOSCHI & ERBA, 2010).

Biometric analyses have been also applied to Lower Jurassic coccoliths, especially to those corresponding to the Late Pliensbachian–Early Toarcian time interval, including the Early Toarcian Oceanic Anoxic Event (ETOAE) (e.g. MATTIOLI & PITTET, 2002; MATTIOLI *et al.*, 2004a; SUAN *et al.*, 2008a, 2008c, 2010; FRAGUAS & YOUNG, 2009; MATTIOLI *et al.*, 2009; SUCHÉRAS-MARX *et al.*, 2010; FRAGUAS & YOUNG, *in press*). Recently, FRAGUAS & ERBA (*in litt.*) carried out a biometric analysis on two Pliensbachian *Crepidolithus* taxa from the BCB, in order to resolve a taxonomic problem. However, Pliensbachian calcareous nannofossils need to be further investigated in terms of biometry.

## 8.2.- BASIC BIOMETRIC ANALYSES

Biometric analyses were performed on the species identified in this work, in order to have a more rigorous and objective criterion for their taxonomic differentiation. For the majority of these species, the first 50 specimens encountered, in two samples at least, were measured for obtaining a representative number of measurements for the statistical analyses.

Depending on the species, the parameters measured were coccolith length (major axis), coccolith width (minor axis), coccolith height, spine height, spine diameter, if it is present, and central area length and central area width, if it is recognizable. The values of the parameters measured in each species/morphotypes, including maximum, minimum and mean values of all the specimens analyzed per species, are reported in the tables 1-36 of the Appendix 2.

In the cases of the species *C. granulatus* (Table 4), *C. minutus* (Table 9), *M. lenticularis* (Table 12), *P. robustus* (Table 15), *S. orbiculus* (Table 23), *C. cantaluppii* (Table 25), *C. poulabronei* (Table 26) and *C. superbus* (Table 27), which are rare or extremely rare in the studied samples, it was not possible to measure more than 15-30 specimens. However, other species such as *C. crassus* (Table 2), *C. crucifer* (Table 3), *L. crucicentralis* (Table 30), *L. hauffii* A and B (Tables 31-32) and *L. sigillatus* (Table 33) were deeply investigated in terms of biometry, with the aim of improving the knowledge about the taxonomy, evolution and paleoecology of these taxa.

The specimens analyzed in this work were initially assigned to species using conventional qualitative criteria, such as morphology, central area structures and/or optical properties, and then biometric analyses were applied in order to test this initial subjective species assignation.

These analyses are especially interesting for those genera that show a wide morphological variability within their taxa. The results obtained from the biometric analyses have allowed to know that within the genus *Crepidolithus*, *C. crucifer* is the biggest species followed by *C. crassus*, *C. granulatus*, *C. pliensbachensis* (Table 5), *Crepidolithus* sp. 1 (Table 6) and *C. cavus* (Table 1), which the smallest *Crepidolithus* species. Within the genus *Parhabdolithus*, *P. l. distinctus* (Table 13) is slightly bigger than *P. l. liasicus* (Table 14). In the same way, within the genus *Biscutum*, *B. grande* (Table 18) is the largest species followed by *B. finchii* (Table 17), *B. intermedium* (Table 19), *B. novum* (Table 20) and *B. dubium* (Table 16), which is the smallest *Biscutum* species. However, it is important to note that there is a great overlap between the parameters measured in the species belonging to the same genus. This is the case of the genus *Similiscutum*, in which the parameters coccolith length and coccolith width, and central area length and central area width show a significant overlap between the species *S. avitum* (Table 21), *S. cruciulus* (Table 22) and *S. orbiculus*. Biometric analyses, especially coccoliths length, have allowed the differentiation of two morphotypes within the species *B. prinsii* (Table 28). In certain genera, such as

*Lotharingius*, central area features are fundamental for the separation of their species/morphotypes (Subchapter 8.3.2).

Two detailed biometric analyses have been performed on certain Pliensbachian–Early Toarcian calcareous nannofossils in order to differentiate two species of the genus *Crepidolithus* (FRAGUAS & ERBA, *in litt.*), in the first case, and to improve the knowledge about the morphologic evolution of the species belonging to the genus *Lotharingius*, and to evaluate the influence of the paleoenvironmental conditions recorded during the Early Toarcian on these species (FRAGUAS & YOUNG, *in press*).

### 8.3.- DETAILED BIOMETRIC ANALYSES

#### 8.3.1.- BIOMETRIC ANALYSES AS A TOOL FOR THE DIFFERENTIATION OF TWO COCCOLITH SPECIES OF THE GENUS *CREPIDOLITHUS* (PLIENSBACHIAN, LOWER JURASSIC) IN THE SANTOTIS SECTION

##### INTRODUCTION

The genus *Crepidolithus*, which first occurs in the Early Sinemurian, is one of the most important pelagic carbonate producers in the Pliensbachian, due to the heavy calcification and the resistance to diagenesis of its robust coccoliths (BOWN, 1987b).

In the nannofossil assemblages identified in the Santotis section, *C. crassus* is the most abundant species within the genus *Crepidolithus*. *Crepidolithus crucifer* is still poorly documented in the literature and has not been recorded in any of the recent works about Lower Jurassic calcareous nannofossils. Due to analogies, this species has often been included within *C. crassus*; so, there is a clear discrepancy between the taxonomic concepts of both taxa, which needs to be clarified. Furthermore, *C. crassus* is important for nannofossil biostratigraphy, since it is a marker species, and its FO is used for the division of the NJ2/NJ3 CNZs. For these reasons, we consider of great importance to differentiate the studied taxa, on the basis of a detailed biometric investigation and the statistical treatment of the obtained data set, in order to have a more rigorous and objective criterion for their separation.

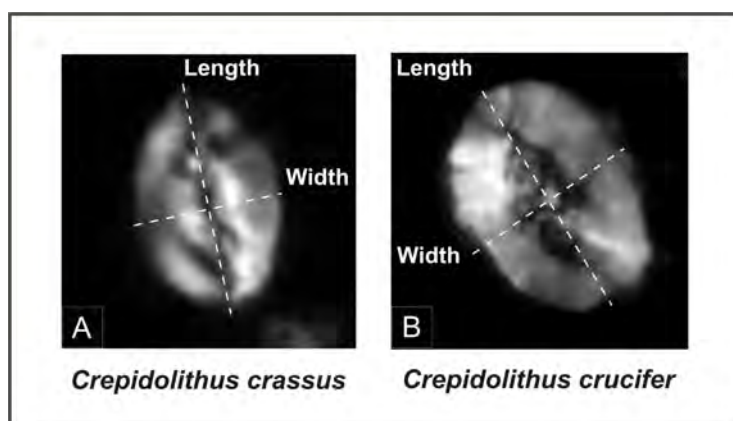
The aims of this work are to: 1) clearly separate *C. crassus* and *C. crucifer* using an objective method such as biometric analyses; 2) determine whether size changes of both taxa may be controlled by paleoenvironmental conditions.

Based on the nannofossil data published by FRAGUAS *et al.* (2008a) for the Pliensbachian of the Santotis section, those samples containing abundant and well-preserved specimens of the genus *Crepidolithus*, were chosen for this study. The 20 selected samples were collected from both clayey marlstones and marlstones. These samples are STT.23C, STT.25C, STT.33, STT.41T, STT.45, STT.49T, STT.51T, STT.55B, STT.71C, STT.78B, STT.78T, STT.84, STT.86B, STT.86T, STT.92T, STT.96T, STT.104, STT.112B, STT.112T and STT.118B. According to the ammonite zonation established in the BCB (BRAGA *et al.*, 1988), 8 of the samples were collected

from the Jamesoni AZ, 1 from the Ibex AZ, 3 from the Davoei AZ, 4 from the Stokesi AZ and, finally, 4 from the Margaritatus AZ. In terms of the calcareous nannofossil zones, 3 samples belong to the NJ3 *Crepidolithus crassus* CNZ, 13 to the NJ4 *Similiscutum cruciulus* CNZ and 4 to the NJ5 *Lotharingius hauffii* CNZ of the BOWN & COOPER (1998) biozonation scheme (Subchapter 5.1.2, Fig. 5.8).

Smear slides were analyzed using a Leitz Laborlux LM at 1250x magnification, connected to a Macintosh computer. The measurements were taken directly from images captured, at 45° to the polarizers, using a COHU High Performance CCD-video camera and the image analyses program NIH-Image, described by YOUNG *et al.* (1996). On the system used 1  $\mu\text{m}$  corresponds to 9.64 pixels. The reproducibility of measurements is  $\pm 0.08 \mu\text{m}$ , as estimated by measuring 10 times each of 10 specimens of *Crepidolithus*.

In each sample, 100 specimens of both *C. crassus* and *C. crucifer* were randomly selected in 19 and 12 of the studied samples, respectively, and their lengths and widths were measured (Fig. 8.1), obtaining a total of 6200 measurements. In addition, the length/width ratio or eccentricity has been calculated for each specimen measured. Statistical analyses were performed on these data using the SPSS v. 17.0 and PAST v. 1.46 (HAMMER *et al.*, 2001) softwares.



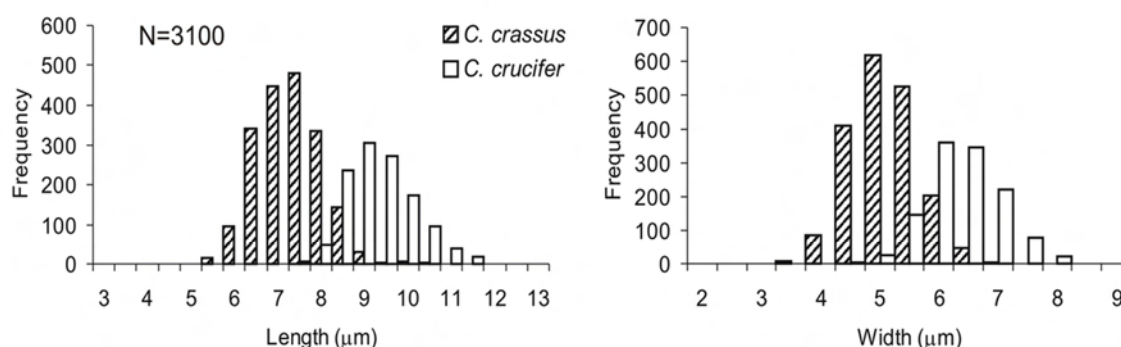
**Figure 8.1.-** Images with the measurements of the length and width on specimens of *C. crassus* (A. STT.96T, Stokesi AZ) and *C. crucifer* (B. STT.112B, Margaritatus AZ).

**Figura 8.1.-** Imágenes con las medidas de la longitud y la anchura en especímenes de *C. crassus* (A. STT.96T, Zona Stokesi) y *C. crucifer* (B. STT.112B, Zona Margaritatus).

## RESULTS

Length and width dimensional ranges, frequencies and mean values of *C. crassus* and *C. crucifer* are reported in the Appendix 2 (Tables 2-3). Length and width values show a slight overlap between the two species (Fig. 8.2). In the length frequency histogram, *C. crassus* and *C. crucifer* can be more clearly differentiated in

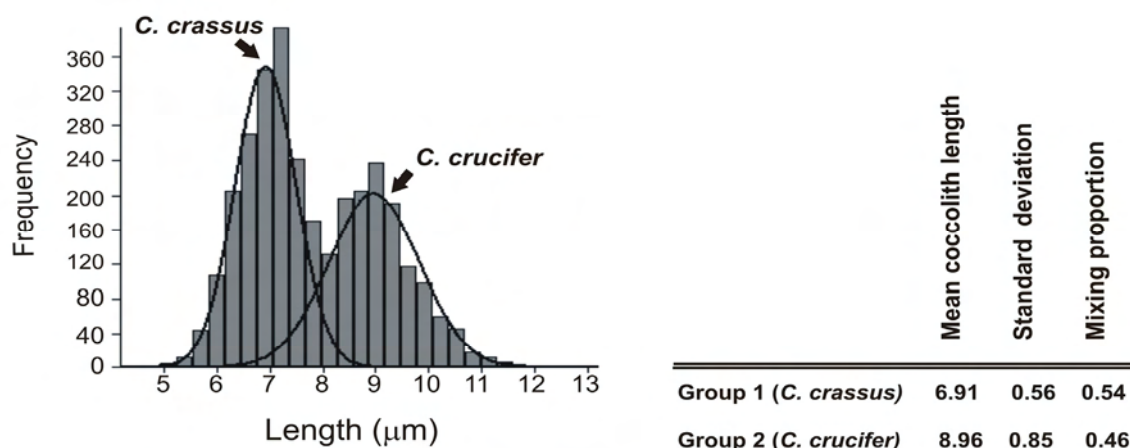
terms of bimodality than in the histogram corresponding to the width measurements.



**Figure 8.2.-** Frequency histograms corresponding to length and width of the 3100 specimens measured. *C. crassus* has been plotted with oblique black lines and *C. crucifer* in white.

**Figura 8.2.-** Histogramas de frecuencia correspondientes a la longitud y anchura de los 3100 especímenes medidos. *C. crassus* se ha representado con líneas negras oblicuas y *C. crucifer* en blanco.

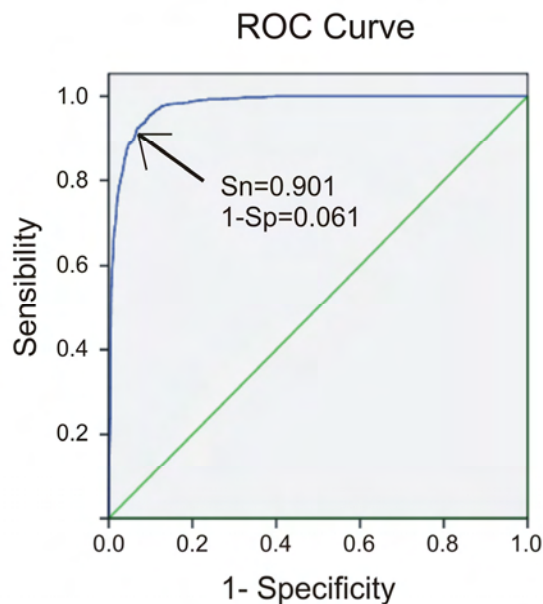
To illustrate and test the supposed clear bimodality of coccoliths length, a mixture analysis (HAMMER & HARPER, 2006) was applied to the whole data set, i.e. all samples pooled together, using routines in the PAST software package. The frequency histogram reveals two different-sized groups clearly separated, where the first group roughly corresponds to *C. crassus*, and the second one to *C. crucifer* (Fig. 8.3).



**Figure 8.3.-** Frequency histogram of coccoliths length of the specimens measured. Overlain on the raw data are interpretative curves for a two-groups model, as derived from mixture analysis, where the first group roughly corresponds to *C. crassus*, and the second one to *C. crucifer*. The estimated mean, standard deviation and mixing proportion values of both groups are also given.

**Figura 8.3.-** Histograma de frecuencia correspondiente a la longitud de los especímenes medidos. Superpuestas a los datos se encuentran dos curvas que corresponden a un modelo interpretativo de dos especies, obtenido del “análisis de mezcla”, donde el primer grupo corresponde aproximadamente a *C. crassus*, y el segundo a *C. crucifer*. Se muestran también los valores de la media estimada, desviación estándar y proporción de ambos grupos.

The abundance of *C. crassus* with lengths between 8 and 8.5  $\mu\text{m}$  is relatively low (183 of 1900 of the specimens analyzed) in the studied samples and, the specimens of *C. crucifer* showing lengths between 8 and 8.5  $\mu\text{m}$  are scarce (55 of 1200 of the measured specimens). A ROC (Receiver operating characteristic) curve has been generated (FAWCETT, 2006), with the 3100 length measurements, in order to establish an accurate size boundary between *C. crassus* and *C. crucifer*. Based on the results, 8.2  $\mu\text{m}$  has been determined as the boundary for the separation of both taxa, with a sensibility (sn)=0.901 and a specificity (sp)=0.939 (Fig. 8.4).



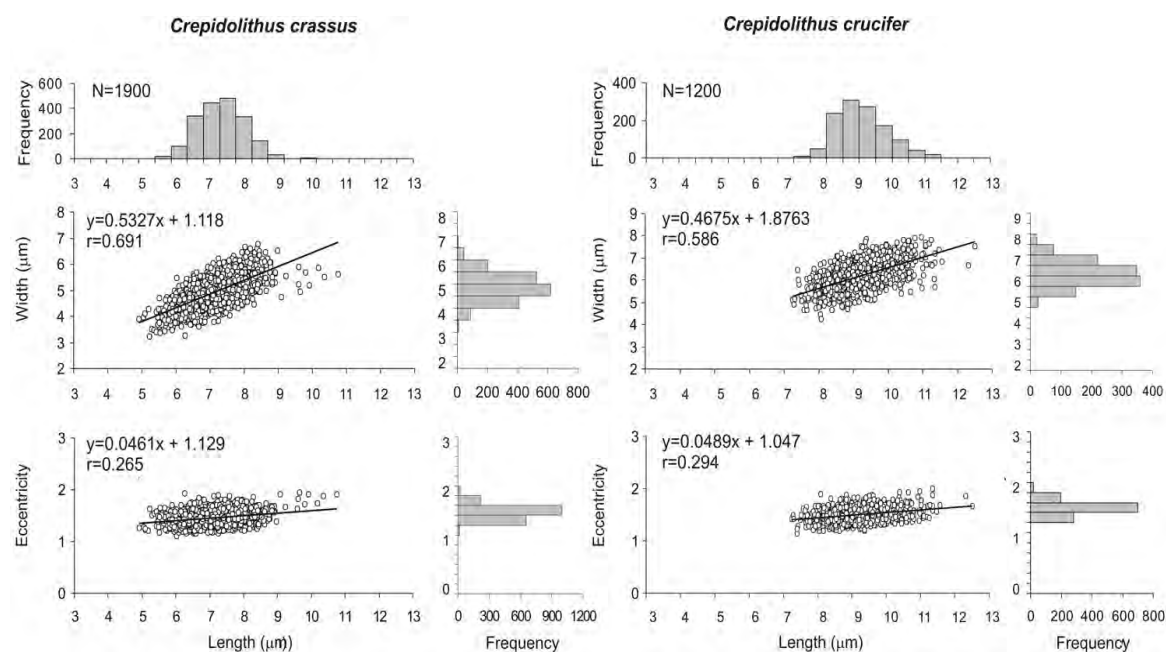
**Figure 8.4.-** Plot of the sensibility vs. (1 - specificity). The area under the ROC curve (AUC) is 0.979, and is the reflection of how good the test is for separating the measured species. The results are more accurate as AUC is closer to 1. The boundary between both species has been marked in the graphic.

**Figura 8.4.-** Gráfico de la sensibilidad vs. (1 - especificidad). El área por debajo de la curva ROC (AUC) es 0,979, y este valor refleja lo eficaz que es este método para la separación de las especies medidas. Cuanto más cercano a 1 es el valor de AUC más precisos son los resultados. El límite entre las dos especies ha sido marcado en el gráfico.

sn is defined as the proportion of positives which are correctly identified (the percentage of *C. crassus* which have been identified as *C. crassus*), and the parameter sp measures the proportion of negatives which are correctly identified (the percentage of *C. crucifer* which have not been identified as *C. crassus*). The optimal prediction is reached when both sn and sp are 1.

Both linear regression functions (y) and Pearson correlation coefficients (r) between width and length, and eccentricity and length, have been calculated for *C. crassus* and *C. crucifer* (Fig. 8.5). A lower correlation coefficient in *C. crucifer* ( $r=0.586$ ) suggest that the relationship of the width/length ratio is weaker in this species than in *C. crassus* ( $r=0.691$ ). In both species, the regression line corresponding to the eccentricity/length ratio is nearly horizontal and the correlation coefficient is relatively

low ( $r=0.294$  and  $r=0.265$ , respectively). Hence, no clear relationship between the eccentricity and length has been observed for the studied taxa. The eccentricities of both *C. crucifer* and *C. crassus* are highly negatively correlated with widths ( $r=-0.597$  and  $r=-0.508$ , respectively). It is noteworthy that statistically significant differences between the parameters measured have been identified in both species with probability ( $p$ ) values  $< 0.001$ .



**Figure 8.5.-** Plots and frequency histograms of the length/width and length/eccentricity ratios of *C. crassus* and *C. crucifer*. Furthermore, the number of specimens measured ( $N$ ), the  $r$  values, and the linear regression functions ( $y$ ), have been shown.

**Figura 8.5.-** Gráficos e histogramas de frecuencia de las relaciones longitud/anchura y longitud/excentricidad de *C. crassus* y *C. crucifer*. Además, se han mostrado el número de especímenes medidos ( $N$ ), los valores de  $r$  y la función de regresión lineal ( $y$ ).

The results show a progressive increase in size of both taxa through the studied section (Fig. 8.6). The first significant change in *C. crassus* size occurs in sample SST.71C (at ~20.3 m), in which the length mode sharply increases from 6-7 to 7-8  $\mu\text{m}$ . The mean values of *C. crassus* length and width increase more than 1  $\mu\text{m}$  above sample STT.78B (~39 m) from 6-7 to 7-8  $\mu\text{m}$  and from 4-5 to 5-6  $\mu\text{m}$ , respectively. Within *C. crucifer*, a significant change is observed in the length mode between samples STT.86B and STT.86T (from ~44.7 m to 46 m), with an increase of 1  $\mu\text{m}$ . *Crepidolithus crucifer* width mode increases above sample STT.86T (~46 m) from 5.5-6 to 6-7  $\mu\text{m}$ . *Crepidolithus crucifer* length mean is lower than 9  $\mu\text{m}$  below sample STT. 92T (~48.1 m) and shows an increase of nearly 1  $\mu\text{m}$  from this sample to the top of the section. However, the largest size changes in both species are observed in the marly sample SST.104 (~52.4 m), which show the highest dimension ranges, mean values

and modes for both length and width. Another important variation in the size of both species is seen in sample STT.118B (~56.6 m), in which the *C. crassus* length presents the highest mean value due to abnormally high measurements, whilst its width shows relatively low mean values. In the same sample, the length and width of *C. crucifer* decrease, presenting the lowest width mean value.

SUBSTAGES	A2s	CNZs	SAMPLES	LITHOLOGY	TOC (wt %)	Crepidolithus crassus						Crepidolithus crucifer					
						LENGTH (µm)			WIDTH (µm)			LENGTH (µm)			WIDTH (µm)		
						DIMENSION RANGE	MEAN VALUE	MODE	DIMENSION RANGE	MEAN VALUE	MODE	DIMENSION RANGE	MEAN VALUE	MODE	DIMENSION RANGE	MEAN VALUE	MODE
Upper Plumbachian	Ma	NJ5	STT.118B	Clayey marlstones	1.1	10.56 - 5.52	7.95	8 - 8.5	5.88 - 3.74	4.98	5 - 5.5	11.35 - 7.51	8.9	8.5 - 9	6.58 - 4.25	5.46	5 - 5.6
			STT.112T	Clayey marlstones	4.8	8.78 - 6.59	7.63	7.5 - 8	6.36 - 4.50	5.31	5 - 5.5	10.75 - 7.41	9.15	9 - 9.5	7.72 - 5.14	6.26	6 - 6.5
			STT.112B	Clayey marlstones	1.3							11.01 - 7.39	9.68	9.5 - 10	7.80 - 4.87	6.32	6 - 6.5
			STT.104	Clayey marlstones	3.1	8.98 - 6.24	7.78	8 - 8.5	6.76 - 4.24	5.56	5.5 - 6	12.51 - 7.78	9.88	9.5 - 10.5	7.93 - 5.31	6.84	6.5 - 7
			STT.96T	Marlstones	2.4	8.58 - 6.21	7.34	7 - 7.5	6.14 - 4.22	4.99	4.5 - 5	11.56 - 7.28	9.53	9.5 - 10	7.86 - 4.90	6.24	6 - 6.5
	Stokesi		STT.92T	Marlstones	2.8	8.77 - 6.12	7.43	7.0 - 8.0	6.18 - 4.59	5.3	5 - 5.5	11.35 - 7.93	9.2	9 - 9.5	7.90 - 5.16	6.27	6 - 6.5
			STT.86T	Marlstones	1.8	8.65 - 6.47	7.59	7.5 - 8	6.59 - 4.41	5.35	5.5 - 6	10.80 - 7.25	8.96	9 - 9.5	7.76 - 5.11	6.15	5.5 - 6
			STT.86B	Marlstones	3.6	8.47 - 5.96	7.27	7 - 7.5	6.45 - 4.14	5.18	5 - 5.5	11.08 - 7.87	8.92	8.5 - 9	7.13 - 4.96	6.06	5.5 - 6
			STT.84	Marlstones	3.4	8.48 - 6.09	7.38	7 - 7.5	6.09 - 3.84	5.02	5 - 5.5	10.80 - 7.58	8.84	8.5 - 9	7.03 - 4.68	5.89	5.5 - 6
			STT.78T	Marlstones	1.9	8.19 - 5.90	7.31	7.0 - 8.0	6.25 - 4.18	5.02	4.5 - 5	10.76 - 8.03	8.87	8.0 - 9.0	7.37 - 4.44	6.1	5.5 - 6.5
Lower Plumbachian	Davosel	NJ4	STT.78B	Marlstones	0.9	8.37 - 5.58	6.54	7 - 7.5	5.59 - 3.58	4.55	5 - 5.5	9.38 - 7.58	8.6	8.5 - 9	6.83 - 5.07	5.86	5.5 - 6
			STT.71C	Marlstones	5.7	8.05 - 5.10	6.96	7 - 7.5	6.31 - 3.62	4.84	4.5 - 5	10.26 - 7.40	8.6	8.5 - 9	7.00 - 5.06	6.09	6 - 6.5
			STT.59B	Marlstones	4.9	8.03 - 5.42	6.56	6.0 - 7.0	5.32 - 3.36	4.35	4.5 - 5						
			STT.51T	Clayey marlstones	5.6	8.12 - 5.67	6.62	6.5 - 7	5.73 - 3.25	4.63	4.5 - 5						
			STT.49T	Clayey marlstones	1.9	7.65 - 5.46	6.55	6.5 - 7	5.55 - 3.85	4.53	4 - 4.5						
	Jurenszoni		STT.45	Marlstones	1.8	7.88 - 4.92	6.48	6 - 6.5	5.55 - 3.22	4.34	4 - 4.5						
			STT.41T	Clayey marlstones	2.2	8.27 - 5.53	6.54	6 - 6.5	5.59 - 3.58	4.55	4 - 4.5						
			STT.33	Clayey marlstones	2.8	7.90 - 5.63	6.66	6 - 6.5	5.45 - 3.60	4.59	4.0 - 5.0						
			STT.25C	Clayey marlstones	1.8	7.71 - 5.09	6.58	6.5 - 7	5.52 - 3.58	4.51	4 - 4.5						
			STT.23C	Clayey marlstones	1.2	8.43 - 5.05	6.61	6.5 - 7	5.73 - 3.79	4.56	4 - 4.5						

**Figure 8.6.-** Studied samples plotted against the AZs and CNZs, including their lithologies, TOC (wt%) values, and the dimension ranges, mean values and modes of the lengths and widths measured on *C. crassus* and *C. crucifer*.

**Figura 8.6.-** Muestras estudiadas con las zonas de ammonites y zonas de nanofósiles, incluyendo sus litologías, sus valores de TOC y los rangos dimensionales, valores medios y modas de las longitudes y anchuras medidas en *C. crassus* y *C. crucifer*.

## DISCUSSION

### *Calcareous nannofossil preservation*

According to BOWN (1987b), *C. crassus* is extremely resistant to the diagenetic dissolution, and the morphological variations observed in the specimens are mainly due to overgrowth. The characterization of *C. crassus* and *C. crucifer* preservation was realized adopting the visual criteria of ROTH (1983) for etching and overgrowth, and considering the fragmentation of the specimens.

In the studied samples, all specimens are well to moderately preserved, showing a slight degree of etching and overgrowth, mainly along their edges. These alterations have not significantly modified the measurements of length and width on either species, but may have slightly affected the central area structure of *C. crucifer*.



### *Taxonomic implications*

The taxonomy of calcareous nannofossils is primarily based on morphological and qualitative criteria such as the coccolith shape, the opening of the central area and its structures, if present. However, the optical properties of coccoliths and nannoliths under light microscope, such as the birefringence colours and brightness, are very little affected by diagenesis and, therefore, are fundamental for recognizing the species.

The genus *Crepidolithus* comprises coccoliths of the loxolith group (BLACK, 1972), which is characterized by robust, thick and large specimens. Its central area may be open, filled by tiny granular calcite rhombs, a central structure like a cross or a spine, partial or totally closed, depending on the species.

The original diagnosis of DEFLANDRE *in* DEFLANDRE & FERT (1954, p. 144) described *C. crassus* as a slightly elongated ellipse, thick and without a raised edge, embellished by an undulating longitudinal median line, interrupted in the center by diverging lateral ribs and by few perforations. NOËL (1965a) and BOWN (1987b) observed a great morphological variability within *C. crassus*, including forms with open central area and even containing structures such as a granular complex, a cross or a spine. ROOD *et al.* (1973) identified a very wide margin and narrow, featureless central area in the specimens of *C. crassus*. COBIANCHI (1990, 1992) described this species as a broad and elliptical form with a closed central area. However, LOZAR (1995) observed an open, narrow and elongated central area, lacking a central process, within the central area of *C. crassus*. Recently, SUCHÉRAS-MARX *et al.* (2010) considered *C. crassus* as a large, thick and elliptical coccolith with a vacant central area.

Up to now, *C. crucifer* has been poorly documented in the literature and often included within *C. crassus*. PRINS (1969) considered *C. crucifer* as an elliptical species with a cruciform structure in its central area, as he shown in his original hand-drawn illustrations based upon light microscope observations. ROOD *et al.* (1973, p. 374) described *C. crucifer* as a species of *Crepidolithus* with a cruciform structure in its central area, and observed that the central cross sometimes appears weakly developed, as it occurs in the holotype SEM image, and that this structure is better recognized between crossed polarizers. It is important to note that ROOD *et al.* (1973) provided a small size for the holotype of *C. crucifer* (L=4.35 µm; W=3.3 µm). The great difference in size with respect to the specimens measured in this work could be probably due to a significant error in the calibration of their microscope, since all the species described in their work show sizes considerably smaller than in recent works. As aforementioned, BOWN (1987b) considered *C. crucifer* as a synonym of *C. crassus*, because in the image of ROOD *et al.* (1973, pl. 2 fig. 4), the central cross is weakly developed and can not be clearly recognized.

In this work, the species *C. crassus* comprises the broad, massive and elliptical specimens, with a closed or semi-closed central area. Herein, the specimens belonging to the species *C. crucifer* are those showing an elliptical shape and a cruciform structure in their central area. It is noteworthy that the central cross of *C.*

*crucifer* is sometimes small, weakly developed or not easily recognizable, depending mainly on the preservation of the specimens which might have suffered diagenetic alterations. Therefore, when the preservation is poor, it is difficult to unambiguously separate specimens of *C. crassus* from *C. crucifer*. However, significant size differences have been pointed out in this study, and coccolith length seems most diagnostic for species identification.

According to the results, the specimens analyzed can be roughly differentiated into *C. crassus* and *C. crucifer* using the 8.2  $\mu\text{m}$  boundary. For those specimens of *C. crucifer* < 8.2  $\mu\text{m}$  and *C. crassus* > 8.2  $\mu\text{m}$ , it would be necessary to consider their morphological characters under polarizing light, for doing the differentiation between both species. In particular, taxonomic differentiation must be essentially based on occurrence/absence of a central cross.

#### *Paleoenvironmental implications*

The results of this study show size variations of the analyzed species throughout the studied section, which might be related to paleoenvironmental conditions. For recent coccoliths, temperature and trophic conditions have been considered the most relevant environmental factors controlling their size, morphology and calcification (MCINTYRE *et al.*, 1970; WINTER *et al.*, 1994). However, the relationship between the environmental conditions and the coccolith size varies depending on individual species.

The interpretations of size variations in *C. leptoporus* relative to temperature are contradictory. HENDERIKS & RENAUD (2004), for instance, observed a large morphotype of *C. leptoporus* during periods of surface-water low temperatures. However, KNAPPERTSBUSCH *et al.* (1997), RENAUD & KLAAS (2001) and RENAUD *et al.* (2002) recognized the largest morphotype of *C. leptoporus* in tropical regions with intermediate to high temperatures.

MATTIOLI *et al.* (2004a) and BORNEMANN & MUTTERLOSE (2006) observed the larger specimens of the Biscutaceae during intervals of presumably high nutrient concentrations and warm temperatures, and the size of the genera *Watznaueria* (BORNEMANN *et al.*, 2003; GIRAUD *et al.*, 2006) and *Arkhangelskiella* VEKSHINA, 1959 (LINNERT & MUTTERLOSE, 2009a) increase during intervals of presumed oligotrophic conditions.

Salinity and turbidity levels could have controlled the changes in the sizes of *Helicosphaera carteri* (WALLICH, 1877) KAMPTNER, 1954 and *Syracosphaera* spp. (COLMENERO-HIDALGO *et al.*, 2004), and recently, BOLLMANN *et al.* (2009) showed a positive relationship between *E. huxleyi* coccolith size and sea-surface salinity.

In terms of CO<sub>2</sub> concentrations, TREMOLADA & ERBA (2002), observed the largest forms of the Aptian species *Assipetra infracretacea* (THIERSTEIN, 1973) ROTH, 1973 and *Rucinolithus terebrodentarius* APPLEGATE, BRALOWER, COVINGTON & WISE *in* COVINGTON & WISE, 1987 during periods of global anoxia at the onset of the mid-

Cretaceous Greenhouse. SUAN *et al.* (2008a, 2008c, 2010) and MATTIOLI *et al.* (2009) recognized the largest forms of *Schizosphaerella* sp. during a period of cool climatic conditions with low CO<sub>2</sub> concentrations, whilst the minimum sizes coincide with the Early Toarcian OAE, characterized by high CO<sub>2</sub> concentrations and elevated seawater temperatures.

Some authors suggest that size variations could be related to both genotypic modifications and different responses to changes in ecological conditions (e.g. YOUNG, 1990; YOUNG & WESTBROEK, 1991; KNAPPERTSBUSCH *et al.*, 1997; KAMEO & TAKAYAMA, 1999; BAUMANN & SPRENGEL, 2001, MATTIOLI *et al.*, 2004a; GIRAUD *et al.*, 2006). In the present study, a general trend towards an increase in the size of both species has been observed throughout the studied section and it is disputable if such size variations are evolutionary changes or environmentally controlled.

According to SCHMIDT *et al.* (2006), an evolutionary trend towards a size increase is more common than towards a size decrease, probably because adaptive changes leading to new taxa are frequent in small body size and extinction often occurs in larger taxa.

In terms of paleoecology, *C. crassus* has been interpreted as a deep-dweller species (BOUR *et al.*, 2007; MATTIOLI *et al.*, 2008; REGGIANI *et al.*, 2010b), or, alternatively, as a taxon flourishing during periods of intensified vertical mixing in the water column, when a significant amount of nutrients was recycled increasing the surface water fertility (WALSWORTH-BELL *et al.*, 2000; MATTIOLI & PITTET, 2004). However, AGUADO *et al.* (2008) suggested that *C. crassus* probably flourished under oligotrophic and stable conditions of the surface waters. WALSWORTH-BELL *et al.* (2000) suggested that *C. crassus* was an opportunist species, considering its high relative abundance in the carbonate-rich or “light” marlstones, representing more than 50% of the nannofossil assemblages. The data can not clarify the possible relationship between *Crepidolithus* abundance, size and lithology, because samples were selected based on high abundance and good preservation of *Crepidolithus* specimens (FRAGUAS *et al.*, 2008a). The analyzed samples were collected from marlstones and clayey marlstones, whereas black-shale levels, containing high-diversity assemblages with scarce *Crepidolithus* specimens, were not considered for this study. The paleoecological affinities of the species *C. crucifer* have never been investigated before; hence, they will be inferred for the first time in this work.

SUCHÉRAS-MARX *et al.* (2010) recognized the “small *C. crassus*” group more abundantly (in terms of %) in carbonate-rich levels, and observed an inverse relationship between *Crepidolithus* size and calcium carbonate content. In the Santotis section, no evident correlations have been observed between TOC contents and coccolith size. The increments in length and width modes and mean values of the measured taxa have been mainly recorded in marlstone samples (STT.71C, STT.78T, STT. 86T and STT.92T; at ~20.3 m, 41.7 m, 46 m and 48.1 m, respectively), with both low and high TOC values. Simultaneous size shifts in both species have been observed only in two samples constituted by clayey marlstones (STT.104 and

STT.118B; at ~52.4 m and 56.6 m, respectively) with relatively low TOC values (Fig. 8.6). In the uppermost part of the studied section, there is a different size pattern for *C. crassus* and *C. crucifer*: indeed, while *C. crassus* coccoliths maintain large sizes, *C. crucifer* specimens show significantly smaller sizes. Such discrepancy suggests an environmental control.

The paleoenvironmental conditions recorded during the Pliensbachian in northern Spain have been recently investigated. ROSALES *et al.* (2004a) hypothesized that during the Early Pliensbachian, the seawater temperatures were relatively uniform and warm ( $> 15^{\circ}\text{C}$ , mean  $17.8^{\circ}\text{C}$ ), with a warm peak recorded in the lower portion of the Davoei AZ ( $23^{\circ}\text{C}$ ). However, a sharp temperature drop took place during the Late Pliensbachian, starting at the Stokesi AZ with temperatures averaging  $15^{\circ}\text{C}$ . One of the coolest seawater temperatures recorded during the Pliensbachian was reached in the Margaritatus AZ ( $<14^{\circ}\text{C}$ ). As is shown in Fig. 8.6, the size of both species increase considerably from the uppermost levels of the Davoei AZ to the Margaritatus AZ, excluding the two uppermost samples studied, in which the size of *C. crucifer* sharply decreases. These data suggest that the size of *C. crassus* and *C. crucifer* generally increase in periods with relatively low temperatures. YOUNG (1990), COLMENERO-HIDALGO *et al.* (2002) and HENDERIKS & RENAUD (2004) observed largest coccoliths of *Reticulofenestra*, *E. huxleyi* and *C. leptoporus* during periods of low surface water temperatures.

The size shifts are recorded first in *C. crassus* and later in *C. crucifer*. In this study, we speculate that *C. crucifer* perhaps inhabited a slightly deeper portion of the photic zone than *C. crassus* and, for this reason, the variations in sizes are not simultaneous in both taxa. This hypothesis seems to fit well with the data published by YOUNG (1994) related to a ballasting effect, in which both the mass and the size of the coccosphere and the habitat depth of coccolithophorids within the oceanic photic zone are directly linked. This diachronism may be explained with the transgressive phase, and consequent sea level rise, recorded during the Pliensbachian in the BCB (QUESADA *et al.*, 2005). According to MORTEN & TWITCHETT (2009), temporary increase in nutrients and surface productivity that characterize the early stages of such transgressive events could have increased the available food in the sea water masses, leading to a size increase, which probably affected first to those specimens inhabiting in a shallower photic zone. Moreover, we believe that the discrepancy between size variations of *C. crassus* and *C. crucifer* specimens in the uppermost part of the studied section (Margaritatus AZ), might be indicative of modifications of specific portions of the photic zone. Indeed, the decrease in size of *C. crucifer* (Fig. 8.6) occurs in organic-rich clayey marlstones, with relatively high TOC values, coinciding with rather stable sizes of *C. crassus* (FRAGUAS *et al.*, 2008a), further suggesting a different response of the two taxa to paleoceanographic changes. It is important to note REGGIANI *et al.* (2010b) proposed a structure of stratified water masses for the Margaritatus AZ within the Lusitanian Basin, based upon the high abundances of the probable shallow-dweller *Schizosphaerella* spp. and the deep-dweller *C. crassus*, with the development of a

deep nutricline. This stratification of water masses probably reduced the ecologic niche of *C. crucifer* that perhaps was forced to reach shallower depths by reducing its size.

### 8.3.2.- EVOLUTION OF THE COCCOLITH GENUS *LOTHARINGIUS* DURING THE LATE PLIENSBACHIAN–EARLY TOARCIC INTERVAL IN ASTURIAS (N SPAIN). CONSEQUENCES OF THE EARLY TOARCIC ENVIRONMENTAL PERTURBATIONS

#### INTRODUCTION

The knowledge about the morphologic evolution of Lower Jurassic coccoliths is still scarce. PRINS (1969) and BOWN (1987a, 1987b) proposed synthetic evolutionary schemes including all the Lower Jurassic species recognized in sections from NW Europe and Portugal. Subsequently, COBIANCHI *et al.* (1992) and MATTIOLI (1996) published more detailed studies of the evolution of the genus *Lotharingius* and the evolutionary trend of *Lotharingius* towards *Watznaueria* throughout the Lower and Middle Jurassic. However, these two evolutionary studies did not provide detailed morphometric analysis.

During the latest Pliensbachian (Spinatum AZ), a global cooling episode occurred as indicated by widespread cool seawater temperatures (BAILEY *et al.*, 2003; ROSALES *et al.*, 2003, 2004a; VAN DE SCHOOTBRUGGE *et al.*, 2005b; GÓMEZ *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a, 2010). According to AURELL *et al.* (2002), the latest Pliensbachian–earliest Toarcian was a period of shallowing of the Iberian platform, with predominantly aerobic conditions through the water column.

The Early Toarcian is often described as a warming interval, with strong variations in seawater temperatures (JENKYN, 1988; JENKYN *et al.*, 1991; MCARTHUR *et al.*, 2000; RÖHL *et al.*, 2001; SCHMID-RÖHL *et al.*, 2002; JENKYN, 2003; ROSALES *et al.*, 2004a; GÓMEZ *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a, 2010) coinciding with a significant transgressive peak (HALLAM, 1961, 1981, 1997; HALLAM & WIGNALL, 1999; GÓMEZ & GOY, 2000, 2005; GÓMEZ *et al.*, 2008).

In the West Rodiles section, temperatures were relatively low during the Spinatum AZ, averaging 11.6°C. Around the Spinatum/Tenuicostatum AZ boundary the first increase in temperature was recorded, in the order of 4-5°C, resulting in temperatures averaging 15.6°C. However, in the studied section, the main warming interval roughly coincides with the Tenuicostatum/Serpentinum AZ boundary, showing average temperatures of 21°C (GÓMEZ *et al.*, 2008).

Major perturbations in the global carbon cycle have been inferred to have occurred during the Early Toarcian, based on evidence of a pronounced negative Carbon isotope excursion (CIE) in the bulk rock carbonate, carbonate microfractions, marine organic matter, brachiopod calcite and the continental fossil wood (JENKYN & CLAYTON, 1986; HESSELBO *et al.*, 2000, JENKYN *et al.*, 2001; RÖHL *et al.*, 2001; JENKYN *et al.*, 2002; MATTIOLI *et al.*, 2004b; HESSELBO *et al.*, 2007; GÓMEZ *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a; HERMOSO *et al.*, 2009; MAILLIOT *et al.*, 2009). This negative CIE has

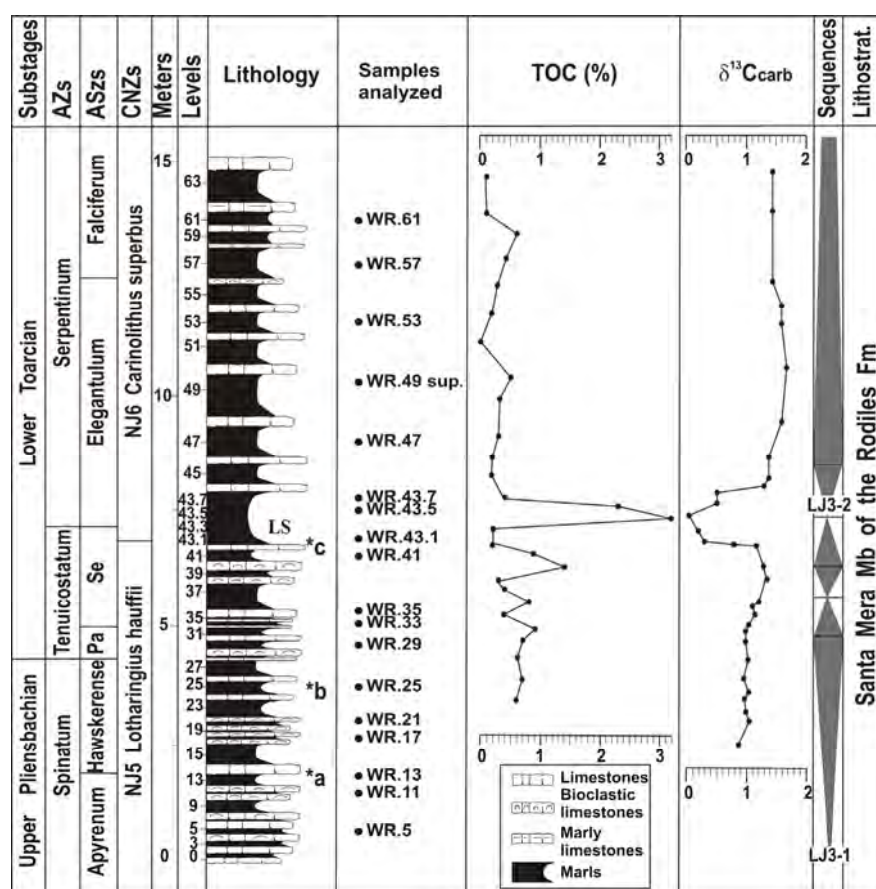
been interpreted as the result of a rapid release of isotopically light methane gas-hydrate to the oceans (HESSELBO *et al.*, 2000; BEERLING *et al.*, 2002; KEMP *et al.*, 2005; HESSELBO *et al.*, 2007), or as a consequence of the thermal metamorphism of carbon-rich sediments in the Karoo large igneous province (PÁLFY & SMITH, 2000; MCELWAIN *et al.*, 2005; SVENSEN *et al.*, 2007). During this time interval, organic-rich sediments were deposited under dysoxic/anoxic conditions in many epicontinental basins (JENKYN & CLAYTON, 1986; BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 1998, 2002; RÖHL *et al.*, 2001; MCARTHUR *et al.*, 2000; BEERLING *et al.*, 2002; JENKYN *et al.*, 2002; MATTIOLI & PITTET, 2002; BAILEY *et al.*, 2003; WIGNALL *et al.*, 2005; TREMOLADA *et al.*, 2005; BOUR *et al.*, 2007; GÓMEZ *et al.*, 2008; MATTIOLI *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a, 2008b; HERMOSO *et al.*, 2009; MAILLIOT *et al.*, 2009). This interval of organic-rich black shale deposition has been termed the ETOAE, and has been inferred to be the main cause of the coeval mass extinction in marine biota such as ammonites, bivalves, brachiopods, foraminifera and ostracoda (JENKYN, 1988; LITTLE & BENTON, 1995; ABERHAN & FÜRSICH, 1997; HALLAM, 1997; HARRIES & LITTLE, 1999; PÁLFY & SMITH, 2000; WIGNALL, 2001; CECCA & MACCHIONI, 2004; WIGNALL *et al.*, 2005, among others). The event also affected calcareous nannofossils, with a dramatic decrease in abundance of both *Schizosphaerella* (BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 2002; MATTIOLI & PITTET, 2002; ERBA, 2004; MATTIOLI & PITTET, 2004; MATTIOLI *et al.*, 2004b; TREMOLADA *et al.*, 2005; MATTIOLI *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a; MATTIOLI *et al.*, 2009) and *C. jansae*, which becomes extinct just after this event (BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 1998; TREMOLADA *et al.*, 2005; MATTIOLI *et al.*, 2008; FRAGUAS *et al.*, 2010, *in litt.*). However, COBIANCHI & PICOTTI (2001) identified the “Schizosphaerellid crisis” slightly earlier, in the Hawkerense AZ, during a generalized lowstand episode.

In the West Rodiles section, the extinction event coincides with the negative CIE (Fig. 8.8) and is recorded around the Tenuicostatum/Serpentinum AZ boundary (GÓMEZ *et al.*, 2008), and in terms of calcareous nannofossils within the NJ6 Carinolithus superbus CNZ, as has been reported in other European basins (MATTIOLI *et al.*, 2004b; MAILLIOT *et al.*, 2006b; MATTIOLI *et al.*, 2008). This extinction has generally been considered a synchronous and global event. However, it has been recorded in areas without black shale deposits such as the Iberian Range (GOY *et al.*, 2006; GÓMEZ *et al.*, 2008; ARIAS, 2009; GÓMEZ & ARIAS, 2010). Hence, a direct cause–effect relationship between the Early Toarcian anoxia and the mass extinction cannot be established. Instead, the global warming which occurred synchronously with the ETOAE may be one of the main factors responsible for mass extinction (GÓMEZ *et al.*, 2008; GARCÍA-JORAL & GOY, 2009; GÓMEZ & ARIAS, 2010).

The aim of this study was to document the morphologic evolution of the *Lotharingius* lineage during the Late Pliensbachian–Early Toarcian and to test whether the specimens analysed correspond to different species, or to ecophenotypes or morphotypes of the same species with overlapping stratigraphic ranges i.e. to an anagenetic lineage. In addition, the influence of the unusual paleoenvironmental conditions of the Early Toarcian event on *Lotharingius* was investigated. Based on LM

observations, including stratigraphic ranges, abundance patterns and morphometric analyses of 2700 specimens of *Lotharingius*, an evolutionary scheme for the genus during the Late Pliensbachian–Early Lower Toarcian time interval, is proposed.

A total of 34 marly samples from the West Rodiles section were examined (FRAGUAS *et al.*, 2010, *in litt.*). 18 of these samples were selected for the present study, based on having abundant and well-preserved specimens of the genus *Lotharingius*. The studied samples cover the interval between the Late Pliensbachian and the Early Toarcian (ca. 184–182 Ma), and the average time between the samples is approximately 70 Ka. According to the ammonite zonation of GÓMEZ *et al.* (2008), 6 of these samples were from the Spinatum AZ, 5 from the Tenuicostatum AZ and 7 from the Serpentinum AZ. In terms of calcareous nannofossils, 10 samples belong to the NJ5 *Lotharingius hauffii* CNZ and 8 to the NJ6 *Carinolithus superbus* CNZ (Fig. 8.7).



**Figure 8.7.-** Stratigraphy of the Upper Pliensbachian–Lower Toarcian rocks of the WR section. Ammonite zones and subzones, TOC (wt.%) and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  data and T-R cycles are after GÓMEZ *et al.* (2008). The samples analysed in this study are numbered. \*a = FO of *L. sigillatus*, \*b = FO of *L. crucicentralis*; \*c=FO of *C. superbus*. See Appendix 1 for abbreviations.

**Figura 8.7.-** Estratigrafía de los materiales del Pliensbachiano Superior–Toarciense Inferior de la sección de O Rodiles. Las zonas y subzonas de ammonites, el TOC (% en peso), los datos de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  y los ciclos transgresivo-regresivo son de GÓMEZ *et al.* (2008). Se han numerado las muestras analizadas. \*a = FO of *L. sigillatus*, \*b = FO of *L. crucicentralis*; \*c=FO of *C. superbus*. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

Smear slides were analysed using a Zeiss Axioplan microscope equipped with a Leica DFC 280 digital camera, at 1600x magnification. For each smear slide, the first 150 *Lotharingius* coccoliths encountered were selected and images of them were captured. For each coccolith, total length and width and central area length and width were measured (Subchapter 3.3.6, Fig. 3.5), using the public domain image analysis program ImageJ, obtaining a total of 10800 measurements. On the system used 1  $\mu\text{m}$  corresponds to 30.72 pixels. The reproducibility of measurements is  $\pm 0.1 \mu\text{m}$ , as estimated by measuring 10 times each of 10 specimens of *Lotharingius*.

The 2700 specimens analysed were initially assigned to species based on the central area features. According to the literature (GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979; BOWN, 1987b; COBIANCHI, 1992; MATTIOLI, 1996), the species *L. hauffii* shows a great morphological variability, and is characterized by a reduced central area, probably spanned by a spine. The species *L. sigillatus* was originally characterized by its complex central area structure and lateral bars (PRINS *in* GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974). BOWN (1987b) described *L. sigillatus* as a form with a central area filled with a complex of elements and bars, and observed that this species has a distal shield outer cycle broader than the inner cycle. It is noteworthy that BOWN (1987b) put in synonymy *L. sigillatus* and *L. crucicentralis*, whereas BOWN & COOPER (1998) considered these two species separately. MATTIOLI (1996) recognized a buttress aligned with the major axis of the ellipse and a system of granular, radially disposed elements, within the central area of *L. sigillatus*. COBIANCHI (1992) and MATTIOLI (1996) described *L. crucicentralis* as a large species, with a wide and elliptical central area filled with a cross. MATTIOLI (1996) also identified a system of radially arranged granulations within its central area.

In this work, specimens with a sub-circular and reduced central area (width  $< 1/3$  of coccolith length) were assigned to *L. hauffii*, specimens of *L. hauffii* with a very small central area without a visible central structure were assigned to morphotype A (Appendix 2, Table 31), and specimens of *L. hauffii* with a slightly larger central area filled with two small buttresses were assigned to morphotype B (Appendix 2, Table 32). Specimens with an elongate central area (length around 1.5 x width) filled by a complex structure which forms a cross, were assigned to *L. sigillatus* (Appendix 2, Table 33). Specimens with a wide and elliptical central area (width around 1/2 of the coccolith width) with a prominent central cross were assigned to *L. crucicentralis* (Appendix 2, Table 30). Morphometric analyses were then carried out in order to test this initial subjective species separation. The data on coccoliths length and width have been used to test if the taxa are significantly different in size and, to investigate if the *L. hauffii* morphotypes intergrade or not.

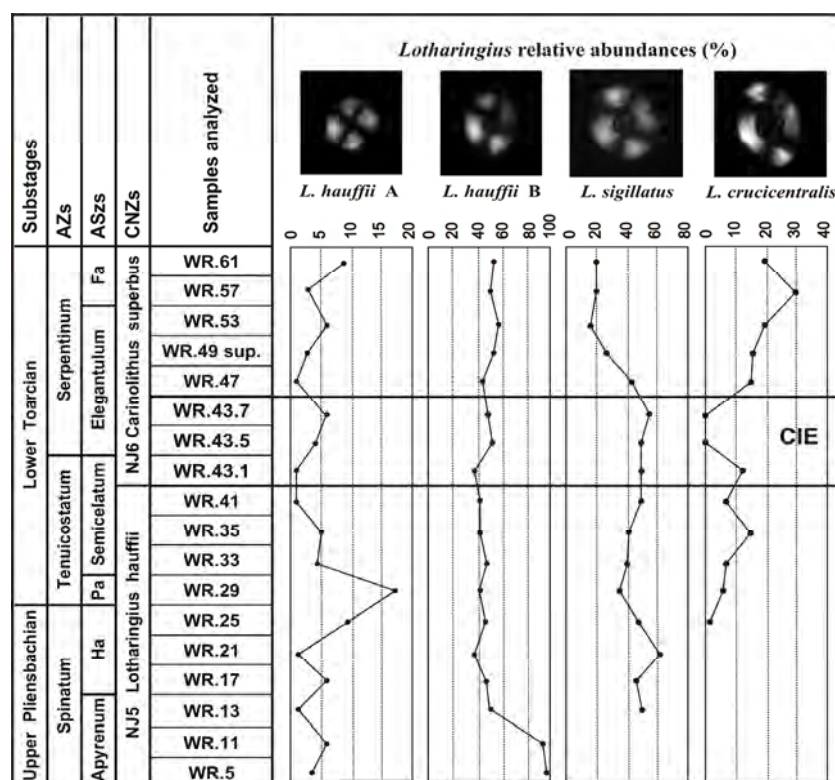
## RESULTS

### *Stratigraphic distribution and abundance patterns*



The species *L. barozii*, *L. crucicentralis*, *L. hauffii* and *L. sigillatus* have been identified in this work. Due to its extremely low abundance or absence in the studied samples, *L. barozii* was not included in the morphometric analyses.

From the identification of specimens in LM using central area characteristics, the abundance patterns of the three species and the placements of the FO of *L. sigillatus* and FO of *L. crucicentralis*, have been plotted (Fig. 8.8).



**Figure 8.8.-** Relative abundances (%) of the *Lotharingius* species and morphotypes differentiated in the West Rodiles section. The samples corresponding to the Early Toarcian negative CIE are included within a rectangle. *L. hauffii* type A (WR.11), *L. hauffii* type B (WR.43.5), *L. sigillatus* (WR.43.1), *L. crucicentralis* (WR.35). All micrographs, approximately x3000. See Appendix 1 for abbreviations.

**Figura 8.8.-** Abundancias relativas (%) de las especies y morfotipos de *Lotharingius* diferenciadas en la sección de O Rodiles. Las muestras correspondientes a la excursión negativa del Carbono del Toarciense Inferior están incluidas en un rectángulo. *L. hauffii* tipo A (WR.11), *L. hauffii* tipo B (WR.43.5), *L. sigillatus* (WR.43.1), *L. crucicentralis* (WR.35). Todas las imágenes están aproximadamente a 3000x aumentos. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

*Lotharingius hauffii* dominates the calcareous nannofossil assemblages throughout the studied section, but shows fluctuations in its abundance. It is especially abundant in samples from the Spinatum AZ, and its relative abundance (i.e. percentage) decreases when *L. sigillatus* becomes more abundant.

*Lotharingius sigillatus* appears in the uppermost levels of the Apyrenum ASz (sample WR.13; at ~2 m) and is especially abundant around the Tenuicostatum/Serpentinum AZ boundary.

The FO of *L. crucicentralis* occurs slightly below the Spinatum-Tenuicostatum AZ boundary (sample WR.25; at ~3.50 m) and its abundance increases progressively throughout the succession, reaching values over 30% of the *Lotharingius* measured in samples from the Falciferum ASz. It is noteworthy that *L. crucicentralis* has not been recognized in samples WR.43.5 and WR.43.7 (at ~7.40 m and 7.80 m, respectively) that correspond to the Early Toarcian event.

### Morphometry

The length of the 2700 specimens measured ranges from 5.79 to 2.46  $\mu\text{m}$  (mean (m.) 3.79  $\mu\text{m}$ ). The coccolith widths vary between 4.94 and 2.20  $\mu\text{m}$  (m. 3.19  $\mu\text{m}$ ). The coccolith eccentricity (coccolith length/coccolith width) ranges from 1.53 to 0.88 (m. 1.19). Central area length ranges from 3.40 to 0.62  $\mu\text{m}$  (m. 1.49  $\mu\text{m}$ ). Central area width varies from 2.41 to 0.46  $\mu\text{m}$  (m. 1.09  $\mu\text{m}$ ). The central area eccentricity (central area length/central area width) varies between 2.36 and 0.89 (m. 1.35).

$r$  between each pair of parameters mentioned above have been calculated (Fig. 8.9). The strongest correlation was observed in the ratio central area length/central area length/coccolith length ( $r=0.912$ ), and the weakest correlation was found in the ratio coccolith width/central area eccentricity ( $r=0.061$ ).

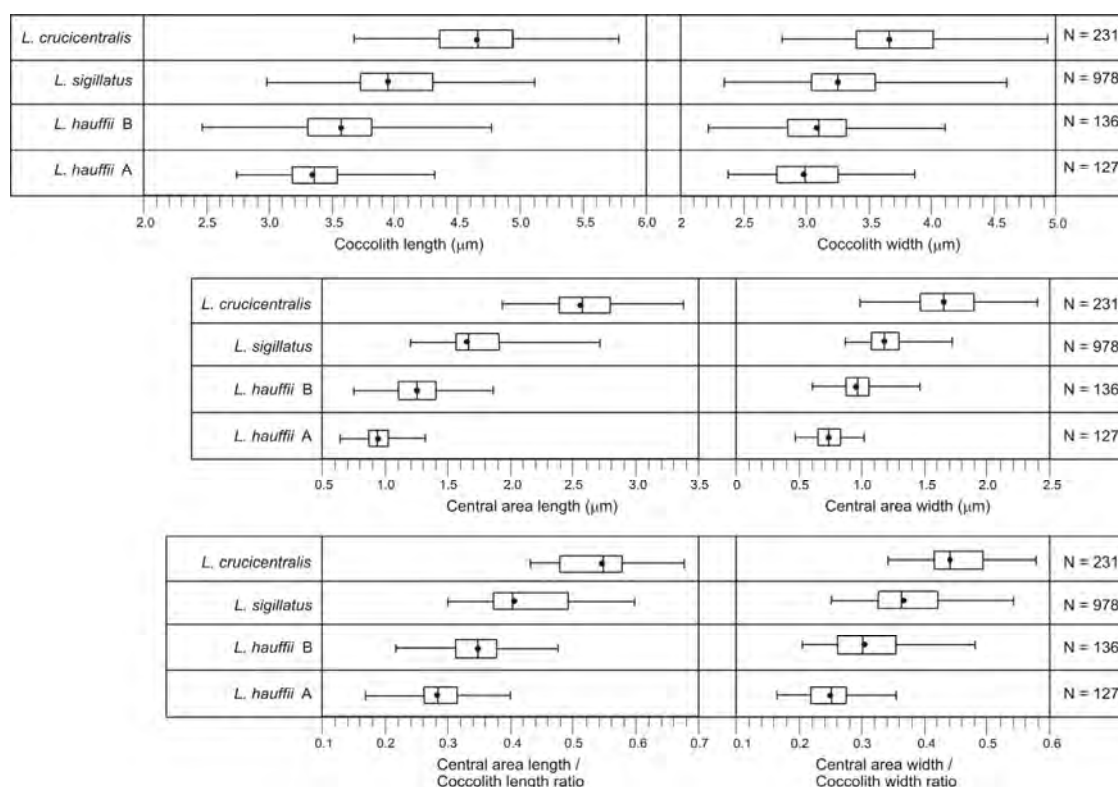
		Coccolith Length	Central area length	Coccolith Width	Central area width	Coccolith eccentricity	Central area eccentricity	central area length/coccolith length ratio	central area width/coccolith width ratio
Coccolith length	r	1	0.769	0.781	0.749	0.441	0.292	0.455	0.458
Central area length	r	0.769	1	0.573	0.898	0.373	0.516	0.912	0.768
Coccolith Width	r	0.781	0.573	1	0.639	-0.21	0.061	0.309	0.182
Central area width	r	0.749	0.898	0.639	1	0.252	0.101	0.786	0.866
Coccolith eccentricity	r	0.441	0.373	-0.21	0.252	1	0.363	0.261	0.452
Central area eccentricity	r	0.292	0.516	0.061	0.101	0.363	1	0.545	0.068
central area length/coccolith length ratio	r	0.455	0.912	0.309	0.786	0.261	0.545	1	0.801
central area width/coccolith width ratio	r	0.458	0.768	0.182	0.866	0.452	0.068	0.801	1

**Figure 8.9.-** Pearson correlation coefficients ( $r$ ) between each pair of parameters measured, or calculated, in this work.

**Figura 8.9.-** Coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ) entre cada par de parámetros medidos, o calculados, en este trabajo.

*Lotharingius hauffii* morphotypes are of similar width but the coccolith length is significantly smaller in type A than in type B (Fig. 8.10). The dimensional ranges and mean values of coccolith length and width, central area length and width and central

area length/coccolith length ratio and central area width/coccolith width ratio of the species/morphotypes typified in this work are shown in Fig. 8.10. In this figure, the values of the morphometric measurements are given separately for each of the morphotypes/species differentiated on the basis of central area morphology. This indicates that in each of the parameters measured there is a consistent succession from *L. hauffii* type A to *L. hauffii* type B, to *L. sigillatus*, to *L. crucicentralis*, reflecting their sequence of stratigraphic occurrence.



**Figure 8.10.-** Frequency distributions of coccolith length, coccolith width, central area length, central area width, central area length/coccolith length ratio and central area width/coccolith width ratio for the species and morphotypes differentiated. Boxes show the 25th, 50th and 75th percentiles, and the tails represent the maximum and minimum values of the parameters measured. Means are represented with a black circle.

**Figura 8.10.-** Distribuciones de frecuencia de la longitud del cocolito, anchura del cocolito, longitud del área central, anchura del área central, relación longitud del área central/longitud del cocolito y relación anchura del área central/anchura del cocolito para las especies y morfotipos diferenciados. Las cajas muestran los percentiles 25th, 50th y 75th, y los bigotes representan los valores máximos y mínimos de los parámetros medidos. Las medias están representadas con un círculo negro.

For each successive pair of morphotypes/species *p* values have been calculated for the mean values of each parameter (Fig. 8.11).

There is a strong increase in coccolith length mean values through the sequence of species (3.4 to 4.7  $\mu\text{m}$ ) and a weaker increase in coccolith width (3.0 to

3.7  $\mu\text{m}$ ), i.e. the successive morphotypes/species of coccoliths become more elliptical. Mean central area length increases even more strongly through the sequence (1.0 to 2.6  $\mu\text{m}$ ), reflecting a major increase in the size of the central area relative to the coccolith length.

<i>L. hauffii</i> Type B		<i>L. sigillatus</i>		<i>L. crucicentralis</i>		
< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	<i>L. hauffii</i> Type A
		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	<i>L. hauffii</i> Type B
< 0.0001	< 0.0001			< 0.0001	< 0.0001	<i>L. sigillatus</i>
coccolith length	coccolith width	coccolith length	coccolith width	coccolith length	coccolith width	

<i>L. hauffii</i> Type B		<i>L. sigillatus</i>		<i>L. crucicentralis</i>		
< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	<i>L. hauffii</i> Type A
		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	<i>L. hauffii</i> Type B
< 0.0001	< 0.0001			< 0.0001	< 0.0001	<i>L. sigillatus</i>
central area length	central area width	central area length	central area width	central area length	central area width	

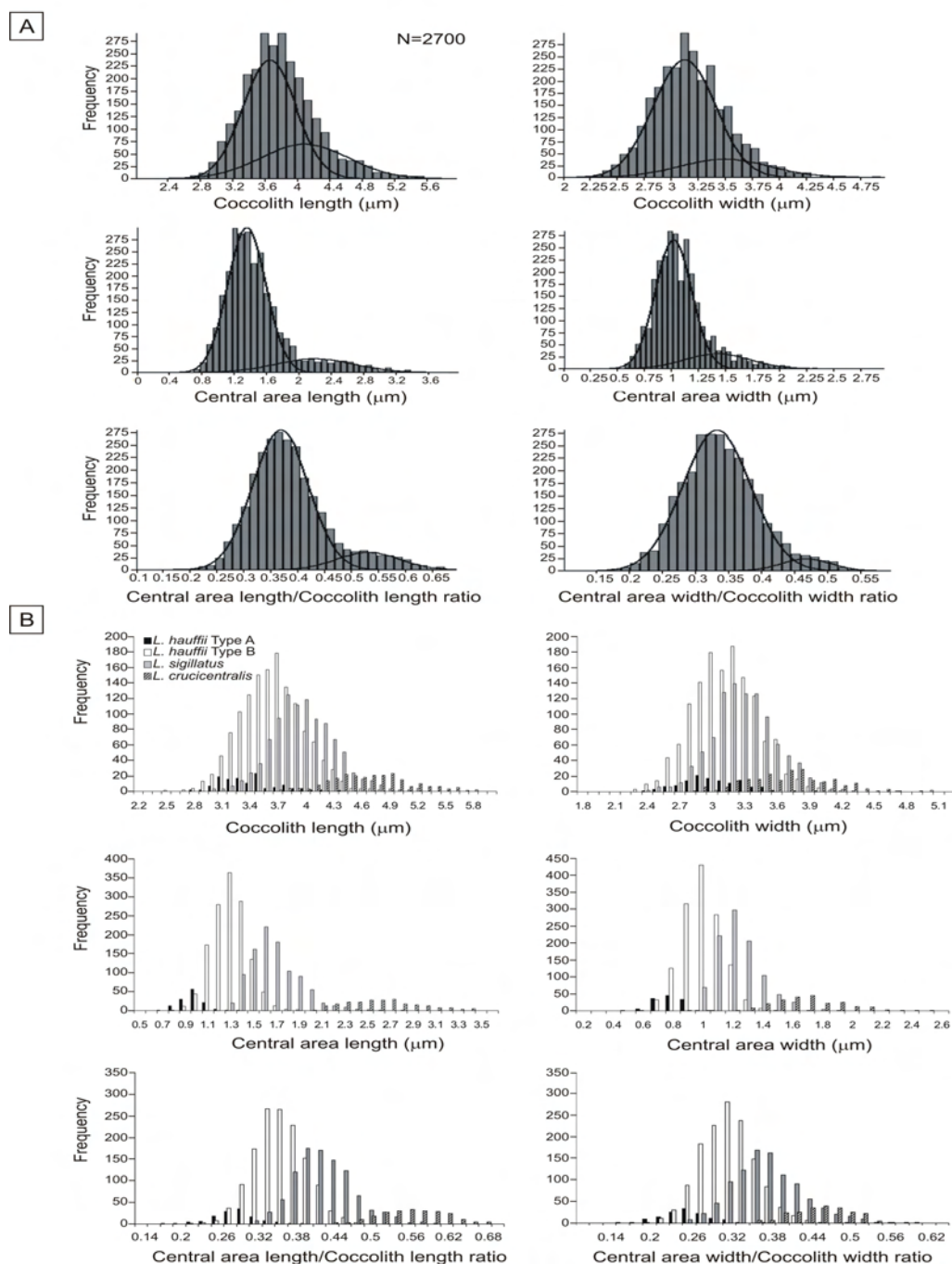
  

<i>L. hauffii</i> Type B		<i>L. sigillatus</i>		<i>L. crucicentralis</i>		
< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	<i>L. hauffii</i> Type A
		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	<i>L. hauffii</i> Type B
< 0.0001	< 0.0001			< 0.0001	< 0.0001	<i>L. sigillatus</i>
central area/ coccolith length ratio	central area/ coccolith width ratio	central area/ coccolith length ratio	central area/ coccolith width ratio	central area/ coccolith length ratio	central area/ coccolith width ratio	

**Figure 8.11.-** Table showing the probability ( $p$ ) to have the same mean size among the different species. The differences between two given species for coccolith length and width, central area length and width, and central area length/coccolith length ratio and central area width/coccolith width ratio are all significant.

**Figura 8.11.-** Tabla que muestra la probabilidad ( $p$ ) de tener la misma talla media entre las diferentes especies. Las diferencias en la longitud y anchura del cocolito, longitud y anchura del área central, y las relaciones longitud del área central/longitud del cocolito, anchura del área central/anchura del cocolito entre dos especies determinadas son siempre significativas.

The frequency histograms for the specimens analyzed in this work show unimodal distributions of coccolith length, coccolith width, central area width and central area width/coccolith width ratio. However, the frequency histograms of coccoliths length, central area length and central area length/coccolith length ratio show bimodality or cluster separation, between a low abundance large species with an elongate central area, *L. crucicentralis*, and the other forms. To illustrate and test this mixture analysis was applied to the dataset, and the results are overlain (Fig. 8.12A). Frequency histograms for the different morphotypes/species, as identified on the basis of central area characteristics, are compared in Fig. 8.12B. There is enormous overlap between the species and morphotypes. In more detail, the frequency distributions of *L. hauffii* type A, *L. sigillatus* and *L. crucicentralis* are distinct, but *L. hauffii* type B has intermediate distribution between *L. hauffii* type A and *L. sigillatus*. Comparing Figs. 8.12A and 8.12B, it is clear that the tail of larger specimens is produced by *L. crucicentralis*.

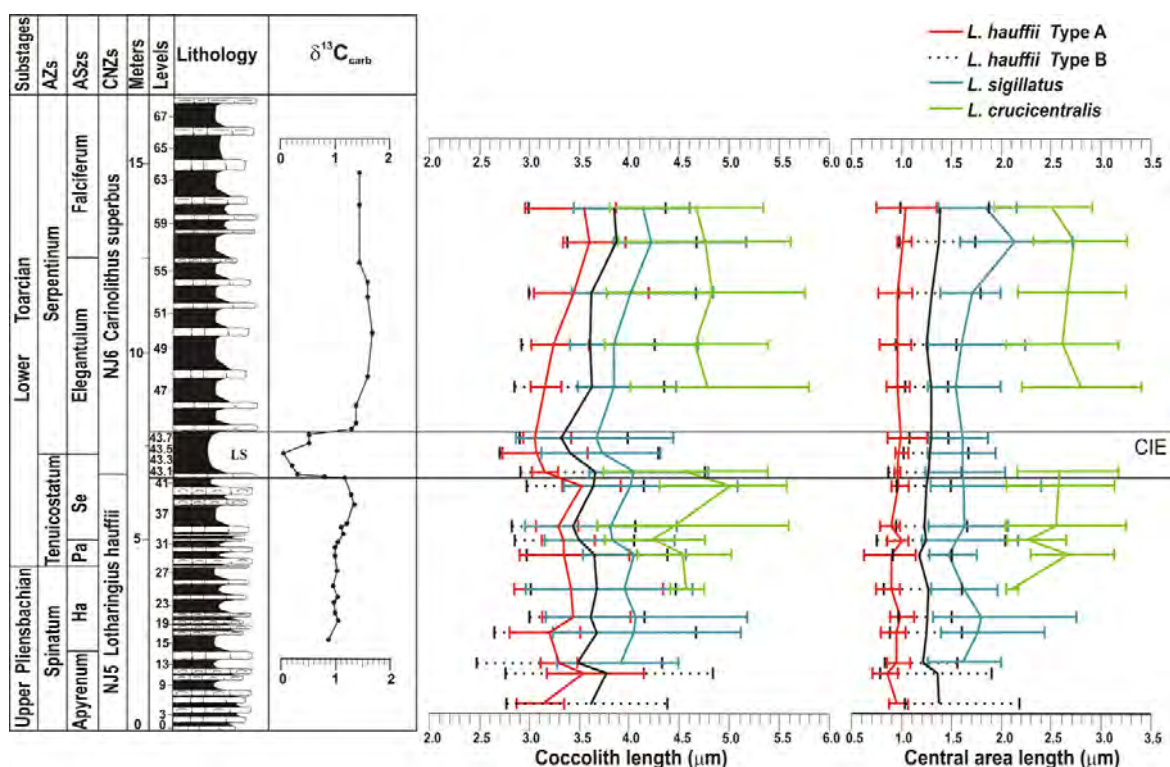


**Figure 8.12.-** A) Frequency histograms of coccolith length, coccolith width, central area length, central area width, central area length/coccolith length ratio and central area width/coccolith width ratio of the 2700 specimens measured. Overlain on the raw data are interpretative curves for a two-species model, as derived from mixture analysis; B) Frequency histograms for the same parameters as in A but separated by species/morphotypes.

**Figura 8.12.-** A) Histogramas de frecuencia de la longitud y anchura del cocolito, longitud y anchura del área central, y las relaciones longitud del área central/longitud del cocolito y anchura del área central/anchura del cocolito, correspondientes a los 2700 especímenes medidos. Superpuestas a los datos se encuentran dos curvas que corresponden a un modelo interpretativo de dos especies, obtenido del “análisis de mezcla”; B) Histogramas de frecuencia para los mismos parámetros que en A pero separados por especies/morfotipos.



In Fig. 8.13, the data are separated by stratigraphic levels with the mean value and range of coccolith length and central area length given for each morphotype/species in each sample analysed. The data for *L. hauffii* type A, *L. hauffii* type B and *L. sigillatus* show similar trends, especially in coccolith length. In the lower part of the section, between the stratigraphic levels 0 and 41 (from 0 m to ~6.50 m), the mean sizes of these three morphotypes/species fluctuate in parallel without an obvious trend. From 41 to 44 stratigraphic levels (from ~6.50 m to ~8 m), i.e. within the CIE there is a marked decrease in the length of this three morphotypes/species. In the upper part of the section, between the stratigraphic level 44 and 63 (from ~8 m to ~14 m), all three show a consistent trend of size increase, reaching values slightly higher than those shown in the lower part of the section. *Lotharingius crucicentralis* shows a rather different pattern: its first occurrence is significantly higher, it does not obviously co-vary in size with the other species and it disappears during the CIE.



**Figure 8.13.-** Plot of changes up section in mean coccolith length and central area length of the morphotype A of *L. hauffii* (red), morphotype B of *L. hauffii* (black), *L. sigillatus* (blue) and *L. crucicentralis* (green). Bars represent maximum and minimum values. The samples corresponding to the negative CIE are included within a rectangle. See Appendix 1 for abbreviations.

**Figura 8.13.-** Gráfico con los cambios ocurridos en los valores medios de la longitud y la altura del cocolito y del área central del morfotipo A de *L. hauffii* (rojo), morfotipo B de *L. hauffii* (negro), *L. sigillatus* (azul) y *L. crucicentralis* (verde). Las barras representan los valores máximos y mínimos. Las muestras correspondientes a la excursión negativa del Carbono están incluidas en un rectángulo. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

## DISCUSSION

*Different species, ecophenotypes or morphotypes of the same species?*

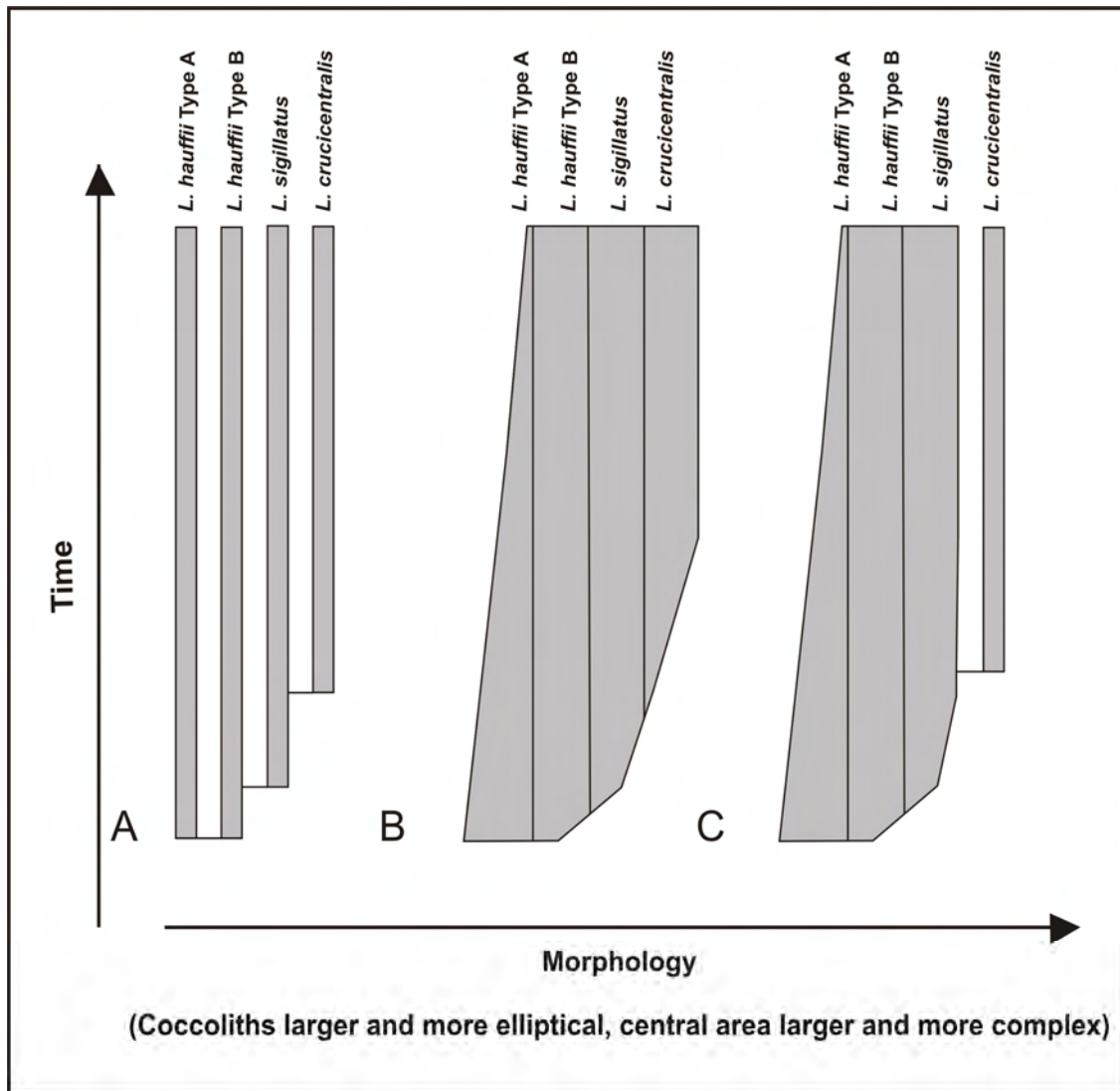
The goal of this study was to investigate, whether the different morphotypes/species of *Lotharingius* represent discrete species, ecophenotypes or intergradational morphospecies within an anagenetic lineage, i.e. chronospecies.

The analyses confirm that there is a high degree of variation in the *Lotharingius* population, that there is a consistent change in the assemblage up-section, as described by other authors, and that this range of variation forms a single sequence of morphotypes from *L. hauffii* type A, through *L. hauffii* type B and *L. sigillatus* to *L. crucicentralis* (Figs. 8.12-8.13). The strong stratigraphic signal to the distribution of the morphotypes, and the similarity of the pattern observed here, to that recorded by other authors from other sections with varying environmental conditions, makes it unlikely that the observed variation is a result of ecophenotypic variation. During the CIE the abruptly changing ecological conditions do appear to have had an ecophenotypic effect on the population, as discussed below, but this appears to be a secondary effect superimposed on the main evolutionary pattern.

If it is accepted that the range of morphotypes observed is primarily a result of genetic variation, then there are two main alternative interpretations of the pattern observed. First, that the different morphotypes/species are discrete biological species, forming an evolutionary sequence but separated by a sequence of relatively abrupt cladogenetic events (Fig. 8.14A). Second, that the morphotypes/species instead represent a single species which underwent gradual evolutionary change without any cladogenetic branching, resulting an anagenetic succession of intergradational morphotypes with strongly overlapping ranges (Fig. 8.14B).

The morphological analyses of the total sample set showed great overlap between *L. hauffii* type A, *L. hauffii* type B and *L. sigillatus*. By contrast, although *L. crucicentralis* forms part of the same overall sequence of morphotypes (Figs. 8.12-8.13), it appears to form a discrete sub-population (Fig. 8.14A-B). Moreover, up-section *L. crucicentralis* shows different size variation patterns to the other species. Hence, the data are interpreted as showing a composite pattern with *L. hauffii* type A, *L. hauffii* type B and *L. sigillatus* being morphotypes within a single anagenetic lineage, but with *L. crucicentralis* a discrete species (Fig. 8.14C). Since *L. sigillatus* has a different stratigraphic range to *L. hauffii* it is reasonable to distinguish them as chronospecies. However, at least from the data there is no definite evidence for different stratigraphic ranges of *L. hauffii* type A and type B, which are kept as informal morphotypes.

It should be noted that whilst the interpretation of *L. hauffii* and *L. sigillatus* as chronospecies is the most parsimonious interpretation of these data, it is still possible that two or more biological species are present in this population. One way to test this would be study very well preserved material by scanning electron microscopy (SEM). The Rodiles material proved unsuitable for such an analysis.



**Figure 8.14.-** Diagram illustrating three alternative interpretations of the evolutionary relationships between the morphotypes/species of *Lotharingius* studied. A) The four morphotypes/species each represent discrete biological species separated by cladogenetic events; B) The morphotypes/species represent an anagenetic lineage in which the successive chronospecies have long overlaps in their stratigraphical ranges; C) Composite model, as inferred here, in which *L. hauffii* type A, *L. hauffii* type B and *L. sigillatus* form an anagenetic sequence, whilst *L. crucicentralis* is a discrete species resulting from cladogenetic separation from the main lineage.

**Figura 8.14.-** Diagrama que muestra las tres interpretaciones de las relaciones evolutivas entre los morfotipos/especies identificados en este trabajo. A) Los cuatro morfotipos/especies representan diferentes especies separadas por eventos cladogenéticos; B) Los morfotipos/especies representan un linaje anagenético en el cual las sucesivas cronoespecies presentan distribuciones estratigráficas solapadas; C) Modelo compuesto, como se ha inferido por los resultados, en el que *L. hauffii* tipo A, *L. hauffii* tipo B y *L. sigillatus* forman una secuencia anagenética, mientras que *L. crucicentralis* es una especie discreta resultante de la separación cladogenética del linaje principal.



### Comparison with other evolutionary schemes

The first evolutionary scheme including *Lotharingius* species was given by BOWN (1987b). He suggested that the ancestral form, *Lotharingius primigenius* BOWN, 1987b, has a monocyclic distal shield and a reduced, open, sub-circular, central area. This species is very similar in both shape and size to the next *Lotharingius* species to appear, *L. hauffii*, which, however, has a bicyclic distal shield. The reality of *L. primigenius* is under debate (BOWN, 1987b; MATTIOLI, 1996), because it might be a preservational morphotype produced by dissolution of the inner distal cycle of *L. hauffii*.

COBIANCHI *et al.* (1992) investigated evolutionary trends in the genera *Lotharingius* and *Watznaueria*, based on semi-quantitative, quantitative and morphometric analyses, although detailed results are not given. They suggested that around the Pliensbachian/Toarcian boundary, *Lotharingius* evolved towards larger species with more complex central area structures following this order of appearance: *L. primigenius*, *L. hauffii*, *L. barozii*, *Lotharingius imprimus* BOWN, 1987b, *L. sigillatus*, *L. crucicentralis* and *L. velatus*. They situated the FOs of *L. primigenius*, *L. hauffii*, *L. barozii* and *L. imprimus* within the Spinatum AZ, the FO of *L. sigillatus* around the Spinatum/Tenuicostatum AZ boundary, the FO of *L. crucicentralis* within the Tenuicostatum AZ and, finally, the FO of *L. velatus* around the Tenuicostatum/Serpentinum AZ boundary. According to BOWN (1987b), *L. imprimus* represents an intermediate evolutionary stage between *L. primigenius* and *L. hauffii*.

Based on observations of the central area structures and morphometric analysis (although detailed results are not presented), MATTIOLI (1996) published an evolutionary scheme for the genus *Lotharingius* including two new species closely related to *L. hauffii*, *L. umbriensis* and *L. frodoi*. According to the results, the species *L. frodoi* is likely to correspond to the morphotype B of *L. hauffii*, described in this work. According to MATTIOLI (1996), the genus *Lotharingius* evolved following this order of appearance: *L. hauffii*, *L. frodoi*, *L. barozii*, *L. sigillatus*, *L. crucicentralis* and *L. velatus*. This author situated the FOs of *L. hauffii*, *L. frodoi* and *L. umbriensis* within the Emaciatum AZ, and the FOs of *L. barozii*, *L. sigillatus*, *L. crucicentralis* and *L. velatus* within the Tenuicostatum AZ.

In the present work, the FO of *L. hauffii* (morphotypes A and B) occurs below the first sample analyzed, the FO of *L. sigillatus* takes place in the uppermost levels of the Apyrenum ASz (Spinatum AZ), and the FO of *L. crucicentralis* is located slightly below the Spinatum/Tenuicostatum AZ boundary. According to these data, the first occurrences of the species typified in this work are recorded stratigraphically earlier in the studied section than in the schemes proposed by COBIANCHI *et al.* (1992) and MATTIOLI (1996).

The data support the results of previous authors (BOWN, 1987b; COBIANCHI *et al.*, 1992; MATTIOLI, 1996), that there is progressive change through the studied section towards species with larger coccoliths and larger central areas, filled by more complex structures.

However, a division between a single lineage of forms with reduced central areas (*L. hauffii* and *L. sigillatus*) and a separate larger form with an elongate central area (*L. crucicentralis*) are recognized (Fig. 8.14C). Of the other previously described forms, probably *L. primigenius* represents an earlier form within the main lineage and that *L. barozii*, *L. frodoi*, *L. imprimus* and *L. umbriensis* are also morphotypes within this lineage, and so of subjective utility. The species *L. velatus* is a form with large central area and complex structure (BOWN, 1987b; COBIANCHI *et al.*, 1992; MATTIOLI, 1996), and within our scheme it may represent a subdivision of the *L. crucicentralis* lineage or an additional separate lineage.

#### *Paleoenvironmental implications*

During the Early Toarcian, especially around the Tenuicostatum/Serpentinum AZ boundary, one of the most important mass extinction events took place. This extinction event affected many different groups of fossils over a wide geographic areas, including ammonites from the both Boreal and Tethyan domains (LITTLE & BENTON, 1995; MACCHIONI, 2002; CECCA & MACCHIONI, 2004); bivalves from the Andean Basin in South America (ABERHAN & FÜRSICH, 1997); brachiopods from Central Spain (GARCÍA-JORAL & GOY, 2000, 2009) and UK (LITTLE & BENTON, 1995; HARRIES & LITTLE, 1999); benthic foraminifera and ostracods from Central Spain (ARIAS *et al.*, 1992; ARIAS, 2009; GÓMEZ & ARIAS, 2010), UK (LITTLE & BENTON, 1995; HALLAM, 1997; HARRIES & LITTLE, 1999; WIGNALL *et al.*, 2005), Italy (NOCCHI & BARTOLINI, 1994), France and NW Europe (BASSOULET & BAUDIN, 1994; HYLTON & HART, 2000), Portugal (BOOMER *et al.*, 1998) and Morocco (BASSOULET *et al.*, 1991).

In the West Rodiles section, this time interval is represented by a ca. 1 m thick organic-laminated shale level which coincides with evidence of a rise in seawater temperature, a transgressive peak and a negative CIE (GÓMEZ *et al.*, 2008). The samples corresponding to the Early Toarcian event are WR.43.1, WR.43.5 and WR.43.7 (at ~7 m, 7.40 m and 7.80 m, respectively), and the morphometric analyses show a statistically significant decrease of coccolith size in the three species differentiated in this work. No evidences of a decrease in central area sizes were found (Fig. 8.13). It is noteworthy that the largest species *L. crucicentralis*, does not show this size variation but instead was absent in the samples 43.5 and 43.7. After the environmental perturbations, *L. hauffii* (morphotypes A and B) and *L. sigillatus* recovery their previous sizes and *L. crucicentralis* re-appears at large size, therefore, survives to the biotic crisis.

In the literature (e.g. URBANEK, 1993; ABRAMOVICH & KELLER, 2003; COCCIONI & LUCIANI, 2005; TWITCHETT, 2006; AUBRY, 2009; HARRIES & KNORR, 2009; KELLER & ABRAMOVICH, 2009; WADE & OLSSON, 2009), size decrease through time has been called “dwarfing”, and has generally been associated with high-stress conditions. According to SCHMIDT *et al.* (2004), dwarfing commonly occurs following mass extinction events that affected especially to larger species. In this context, the trend

toward *Lotharingius* size decrease and the disappearance of *L. crucicentralis* recorded in the studied section, the Early Toarcian environmental perturbations can be seen as an example of the common pattern of dwarfing inferred for all the major extinction events. According to COCCIONI & LUCIANI (2005), the dwarfing observed in planktonic foraminifers across the Bonarelli Event (Late Cenomanian), could be induced by the conditions of high-surface productivity coupled with low-oxygen and high atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations and the rapid climatic changes, which influenced the degree of biomineralization leading to a “biocalcification crisis”. In this sense, culture experiments with modern plankton have suggested that the high *p*CO<sub>2</sub> and reduced pH conditions, i.e. ocean acidification, could lead to nannoplankton size and calcification reductions, and to the proliferation of weakly calcified specimens, at least in certain taxa (e.g. LANGER *et al.*, 2006).

A sharp decrease in size and abundance has also been observed in other calcareous nannofossils during the Early Toarcian environmental perturbations (BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 2002; ERBA, 2004; MATTIOLI *et al.*, 2004a, 2004b; TREMOLADA *et al.*, 2005; MATTIOLI *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a). For example, *Schizosphaerella* sp. undergoes a drastic decrease in both abundance and size during the extinction event, which has been termed the schizosphaerellid crisis (BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 2002; ERBA, 2004; MATTIOLI *et al.*, 2004b; TREMOLADA *et al.*, 2005; MATTIOLI *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a; FRAGUAS *et al.*, 2010, *in litt.*). MATTIOLI *et al.* (2004a) speculated that critical conditions during the Early Toarcian anoxic event influenced on coccolith size. The “biomineralization crisis” observed in the Early Toarcian event has been related to high atmospheric *p*CO<sub>2</sub> and resultant ocean acidification (MATTIOLI *et al.*, 2004b; TREMOLADA *et al.*, 2005). A similar hypothesis was proposed for the nannoconid crisis recorded during the Aptian OAE1a (ERBA, 2004), a period of significant changes in the ocean/climate system, probably due to the eruption of the Ontong Java Plateau that led to warm conditions and to a major increase in atmospheric *p*CO<sub>2</sub> (LARSON, 1991).

In the West Rodiles section, the Early Toarcian interval was characterized by a rise in seawater temperature, a transgressive peak, and a major perturbation in the Carbon cycle, as the negative CIE suggests (GÓMEZ *et al.*, 2008).



## 9.- TENDENCIAS EVOLUTIVAS DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL JURÁSICO INFERIOR

### 9.1.- INTRODUCCIÓN

Los trabajos sobre la evolución de los nanofósiles calcáreos, desde su origen hasta la actualidad, son todavía escasos (BOWN, 1987b, BOWN *et al.*, 1989, 1991, 1992, 2004; ERBA, 2006). BOWN *et al.* (1991, 1992) identificaron una sucesión de eventos en la historia evolutiva del grupo, que incluye su origen en el Triásico Superior, la extinción del límite Triásico/Jurásico, las radiaciones evolutivas del Jurásico Inferior y del Jurásico Superior, el pico de diversidad del Cretácico Superior, la extinción del límite Cretácico/Terciario, y la radiación del comienzo del Terciario. Estos autores relacionaron dichos eventos con cambios registrados en los parámetros paleoceanográficos (temperatura, nutrientes, salinidad), y con la estabilidad paleoambiental, que a su vez podría estar vinculada con los ciclos de FISCHER (1982).

El primer trabajo en el que se estableció una relación entre la evolución del plancton y los cambios en los parámetros paleoambientales fue realizado por TAPPAN (1968). Este autor observó la coincidencia de las radiaciones de microplancton en el Triásico y el Jurásico y la extinción del límite Cretácico/Terciario, con cambios en el nivel de mar, la actividad volcánica y las condiciones climáticas, y sugirió que las fluctuaciones en la diversidad del microplancton podrían ser debidas, principalmente, a cambios en la disponibilidad de nutrientes.

FISCHER (1982) definió los ciclos de "Icehouse-Greenhouse", haciendo coincidir los máximos en la abundancia y diversidad del plancton coincidirían con altas concentraciones de CO<sub>2</sub> que darían lugar a climas cálidos. ROTH (1987, 1989) relacionó de manera directa la evolución de los cocolitos del Mesozoico y las condiciones paleoceanográficas. Identificó la diversificación de los cocolitos coincidiendo con periodos de grandes acumulaciones de sedimentos ricos en materia orgánica, vinculando las bajas concentraciones de nutrientes con un aumento de la competitividad, que daría lugar a una especiación. Sugirió, además, que los principales mecanismos inductores de la diversificación de los cocolitos durante el Mesozoico fueron la deriva del manto, la extensión del fondo oceánico como consecuencia de la subida del nivel del mar, y el aumento de la concentración del CO<sub>2</sub> atmosférico, que en conjunto produjeron cambios climáticos y la estratificación de las aguas. ERBA (1993) en su estudio sobre la especiación de los nanofósiles calcáreos durante los eventos de extinción, estableció una relación entre la diversidad del nanoplancton y las concentraciones de CO<sub>2</sub>.

En la década actual, GIBBS *et al.* (2005) investigaron los eventos evolutivos de los nanofósiles calcáreos del Plioceno Medio, e identificaron la extinción de dos especies coincidiendo con cambios en la distribución de los niveles tróficos, y en los sistemas de corrientes de agua profunda y agua superficial, que podrían estar vinculados con la intensificación de los intervalos glaciares.

ERBA (2006) realizó una comparación entre la evolución del nanoplancton y los cambios globales registrados en el sistema terrestre, probablemente relacionados con las interacciones biosfera-geosfera, y con variaciones en las concentraciones de CO<sub>2</sub> y de Ca<sup>2+</sup>. Recientemente, BOWN & PEARSON (2009) sugirieron que los eventos evolutivos registrados en las asociaciones planctónicas durante el límite Paleoceno/Eoceno, podrían deberse al drástico aumento de la temperatura.

## **9.2.- ANTECEDENTES SOBRE LAS TENDENCIAS EVOLUTIVAS DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL JURÁSICO INFERIOR**

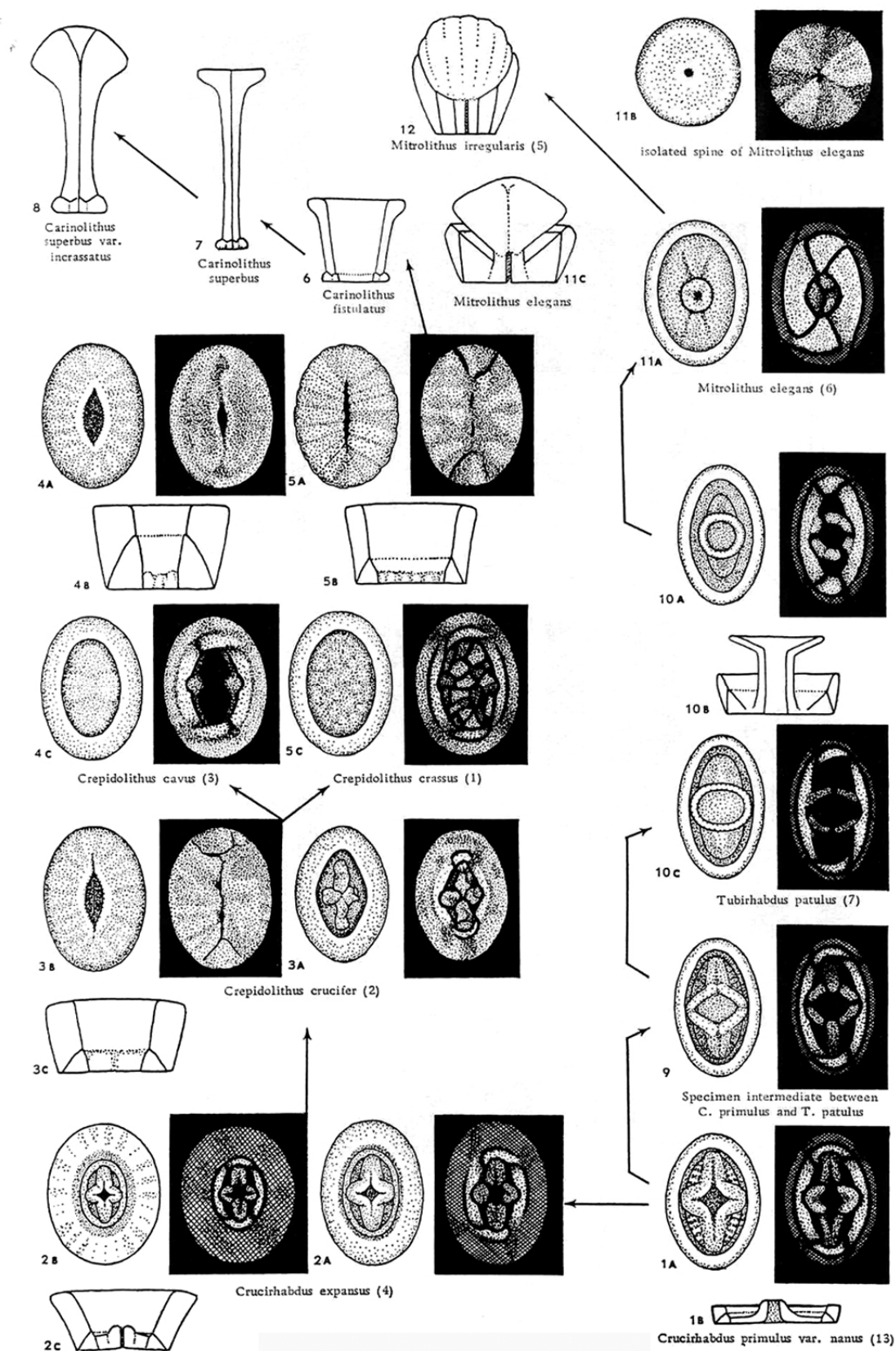
La extinción masiva del límite Triásico/Jurásico dio lugar a importantes cambios en las asociaciones de nanofósiles calcáreos, que hasta entonces estuvieron dominadas por el nanolito *Prinsiosphaera triassica* JAFAR, 1983 (BOWN, 1987b; BOWN *et al.*, 1991, 1992). Durante el Jurásico inferior tuvo lugar un importante proceso de diversificación y especiación de la nanoflora, que supuso muchos cambios en las asociaciones de nanofósiles calcáreos. La especie *Schizosphaerella punctulata* fue la más abundante en el Hettangiense. En el Sinemuriense se registró la diversificación de los taxones del grupo morfológico de los discolitos, cuya primera aparición tuvo lugar en el Triásico Superior (BOWN, 1987b). La especiación ocurrida durante el intervalo Pliensbachense–Toarciense Inferior (ROTH, 1987, 1989; BOWN *et al.*, 1991, 1992; ERBA *et al.*, 1992; MATTIOLI & ERBA, 1999; BOWN *et al.*, 2004; ERBA, 2004, 2006) fue probablemente el evento evolutivo más importante en la historia del nanoplancton calcáreo, y ocurrió simultáneamente en el área del Tethys y en el dominio Boreal. El Pliensbachense estuvo marcado por una gran variedad de cocolitos que desarrollaron distintas ultraestructuras, morfologías y tallas. Los taxones del grupo morfológico de los placolitos aparecieron alrededor del límite Sinemuriense/Pliensbachense y se diversificaron durante el Pliensbachense y el Toarciense Inferior, convirtiéndose en los dominantes en el Jurásico Medio (BOWN, 1987b; BOWN *et al.*, 1991, 1992; MATTIOLI & ERBA, 1999; ERBA, 2004, 2006).

PRINS (1969) y BOWN (1987a, 1987b) propusieron dos esquemas evolutivos, en los que tuvieron en cuenta todas las especies identificadas en los materiales del Jurásico Inferior en diferentes cuencas europeas. COBIANCHI *et al.* (1992) y MATTIOLI (1996) publicaron, respectivamente, la evolución del género *Lotharingius* hacia *Watznaueria*, y del género *Calyculus* hacia *Carinolithus*.

Como no se conocen trabajos escritos en español sobre las tendencias evolutivas de los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior, se ha realizado una disertación de los dos trabajos más relevantes (PRINS, 1969; BOWN, 1987b) publicados hasta el momento, con el fin de encuadrar mejor los resultados obtenidos en esta Tesis Doctoral.

PRINS (1969) identificó una única especie de cocolitos, *C. primulus*, en los materiales del Retiense, y situó su aparición en el Triásico Superior, y el comienzo de su diversificación en el Hettangiense Superior. Reconoció siete posibles líneas

evolutivas en el Jurásico Inferior, todas ellas comenzando a partir de la pequeña subespecie *C. primulus* var. *nanus*.



**Figura 9.1.-** Posible evolución de los cocolitos del Jurásico Inferior (extraída de PRINS, 1969).

**Figure 9.1.-** Presumed evolution of Lower Jurassic coccoliths (extracted from PRINS, 1969).

La primera línea (Figs. 9.1.1-9.1.8) se caracteriza por incluir cocolitos con áreas marginales amplias y un escudo distal alto, que puede mostrar anchuras muy diferentes en especímenes de la misma especie. Ésta incluye las especies *C. primulus* var. *nanus*, *Crucirhabdus expansus*, *C. crucifer*, *C. crassus*, *Carinolithus fistulatus* (= *Calyculus* spp. en esta Tesis Doctoral), *C. superbus*, *C. superbus* var. *incrassatus*, por orden de aparición desde el Hettangiense Superior hasta el Pliensbachense Superior. El desarrollo de *C. crucifer* dio lugar, también, a la especie *C. cavus*, en la Zona Rariscostatum (Figs. 9.1.3-9.1.4).

En la segunda línea evolutiva (Figs. 9.1.1, 9.1.9-9.1.12), las barras del área central están reducidas y probablemente forman parte del escudo distal, y el área central se hace progresivamente más grande. Incluye la aparición de las siguientes especies entre el Hettangiense Superior y el Sinemuriense Inferior, *C. primulus* var. *nanus*, *T. patulus*, *M. elegans* y *Mitrolithus irregularis* (= *C. jansae*), con formas intermedias entre ellas.

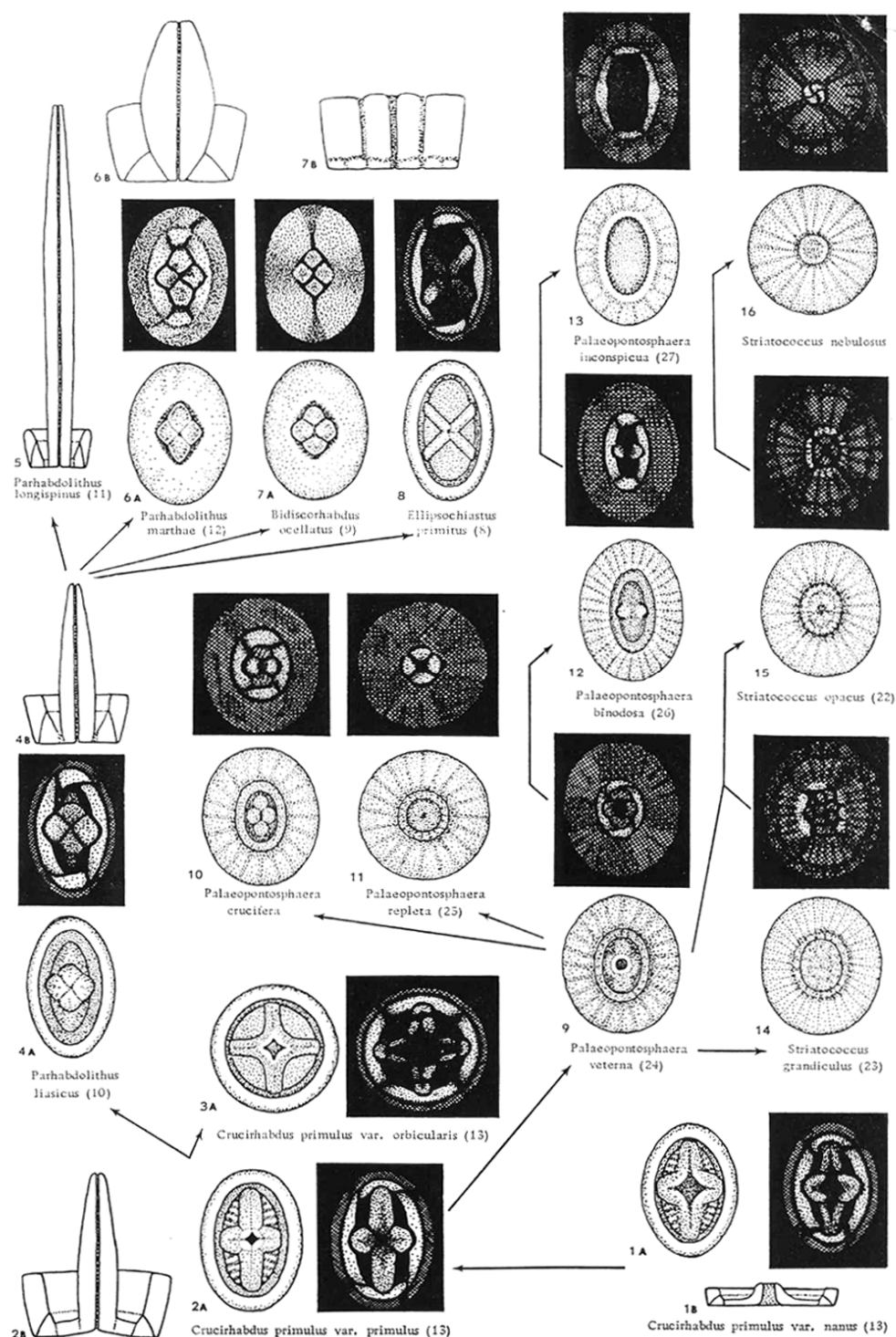
En la tercera línea evolutiva (Figs. 9.2.1-9.2.8), partiendo de *C. primulus* var. *nanus*, el área central se reduce y en la zona central de la estructura en forma de cruz se desarrolla una espina que puede ser larga o corta, dependiendo de la especie, con un canal central estrecho. Dentro de esta línea, *C. primulus* var. *nanus* evolucionó hacia *C. primulus* var. *primulus*, que dio lugar a dos posibles ramas evolutivas. La primera, incluye la subespecie *C. primulus* var. *orbicularis* (Fig. 9.2.3) y, en la segunda, una sucesión de cambios morfológicos y estructurales registrados en la subespecie *C. primulus* var. *primulus* dieron lugar a la aparición de *P. liasicus* (= *P. l. distinctus*). Durante el intervalo Sinemuriense Inferior–Pliensbachense Inferior, a partir de los cambios morfológicos ocurridos en *P. liasicus* se definieron *P. longispinus* (= *P. l. liasicus*), *P. marthae*, *Bidiscorhabdus ocellatus* (= *P. robustus*) y *Ellipsochiastus primitus* (Figs. 9.2.2, 9.2.4-9.2.8).

La cuarta línea (Figs. 9.2.2, 9.2.9-9.2.16), se caracteriza por el ensanchamiento del escudo distal de *C. primulus*, que se hace más plano, y además la espina central se reduce y el escudo proximal primitivo se transforma en un disco ancho y plano. Estas características son típicas del género *Palaeopontosphaera*, perteneciente al grupo de los placolitos radiados, que apareció hacia el final del Sinemuriense. A partir de la especie más antigua de este género, *P. veterana* (= *B. dubium*) (Fig. 9.2.9), aparecieron durante el Pliensbachense Superior, *P. crucifera* y *P. repleta* (= *S. avitum* y *S. cruciulus*) (Figs. 9.2.10-9.2.11), *P. binodosa* (= *B. grande*) (Fig. 9.2.12), que evolucionó hacia *P. inconspicua* (= *B. intermedium*) (Fig. 9.2.13) y, por último, *Striatococcus grandiculus* (= *B. novum*) (Fig. 9.2.14). La evolución de esta última especie dio lugar a *S. opacus* (= *B. finchii*) (Fig. 9.2.15), y del desarrollo de ésta apareció *S. nebulosus* (Fig. 9.2.16).

En la quinta línea (Figs. 9.3.1-9.3.5), el área central se va estrechando y la estructura central se hace progresivamente más estrecha. De esta manera, la subespecie *C. primulus* var. *striatulus*, en el Pliensbachense Inferior, evolucionó hacia la especie *Nodosella clatriata* (Fig. 9.3.5).



En la sexta línea (Figs. 9.3.1-9.3.3, 9.3.6-9.3.8), el escudo proximal está subdividido en un borde proximal y en un disco. Durante el Pliensbachense Superior, los cambios morfológicos reconocidos en la subespecie *C. primulus* var. *striatulus* dieron lugar, por un lado, a la aparición de *Podorhabdus macrogranulatus* que evolucionó hacia *P. cylindratus* (Figs. 9.3.6-9.3.7) y, por otro lado, a *Striatomarginis speciosus* (Fig. 9.3.8).



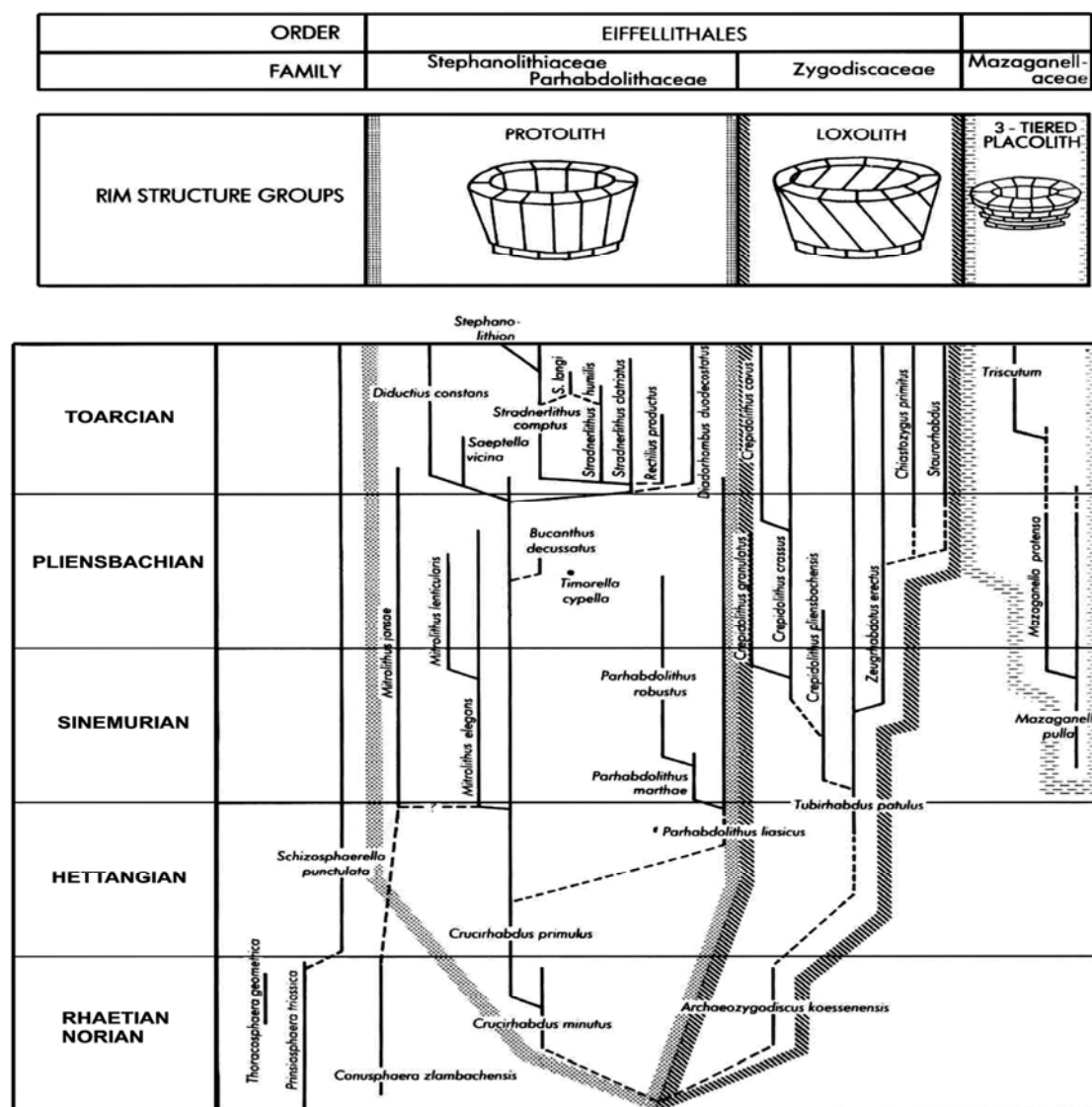
**Figura 9.2.-** Posible evolución de los cocolitos del Jurásico Inferior (extraída de PRINS, 1969).

**Figure 9.2.-** Presumed evolution of Lower Jurassic coccoliths (extracted from PRINS, 1969).



placolitos imbricados. A partir de *C. primulus* var. *striatulus* apareció la especie *Lucidiella intermedia* (= *B. prinsii*) (Fig. 9.3.9) y, a partir de los cambios morfológicos y estructurales ocurridos en ella aparecieron, durante el Pliensbachense Superior, *Lucidiella perforata*, *Lucidiella crucifer* y *Colvillea crucicentralis* var. *parva* (= *L. crucicentralis*) (Figs. 9.3.10-9.3.12). En el Toarciense Inferior, partiendo de esta última especie se desarrollaron *Colvillea crucicentralis* y *Cyclagelosphaera pygmaea* (Figs. 9.3.13-9.3.14).

Dos décadas más tarde, BOWN (1987b) propuso un esquema evolutivo para los nanofósiles calcáreos del Jurásico Inferior, tanto del dominio Boreal como del área del Tethys.



**Figura 9.4.-** Esquema evolutivo para los nanofósiles calcáreos del Triásico Superior y Jurásico Inferior (extraída de BOWN, 1987b).

**Figure 9.4.-.** Evolutionary chart for Upper Triassic and Lower Jurassic calcareous nannofossils (extracted from BOWN, 1987b).

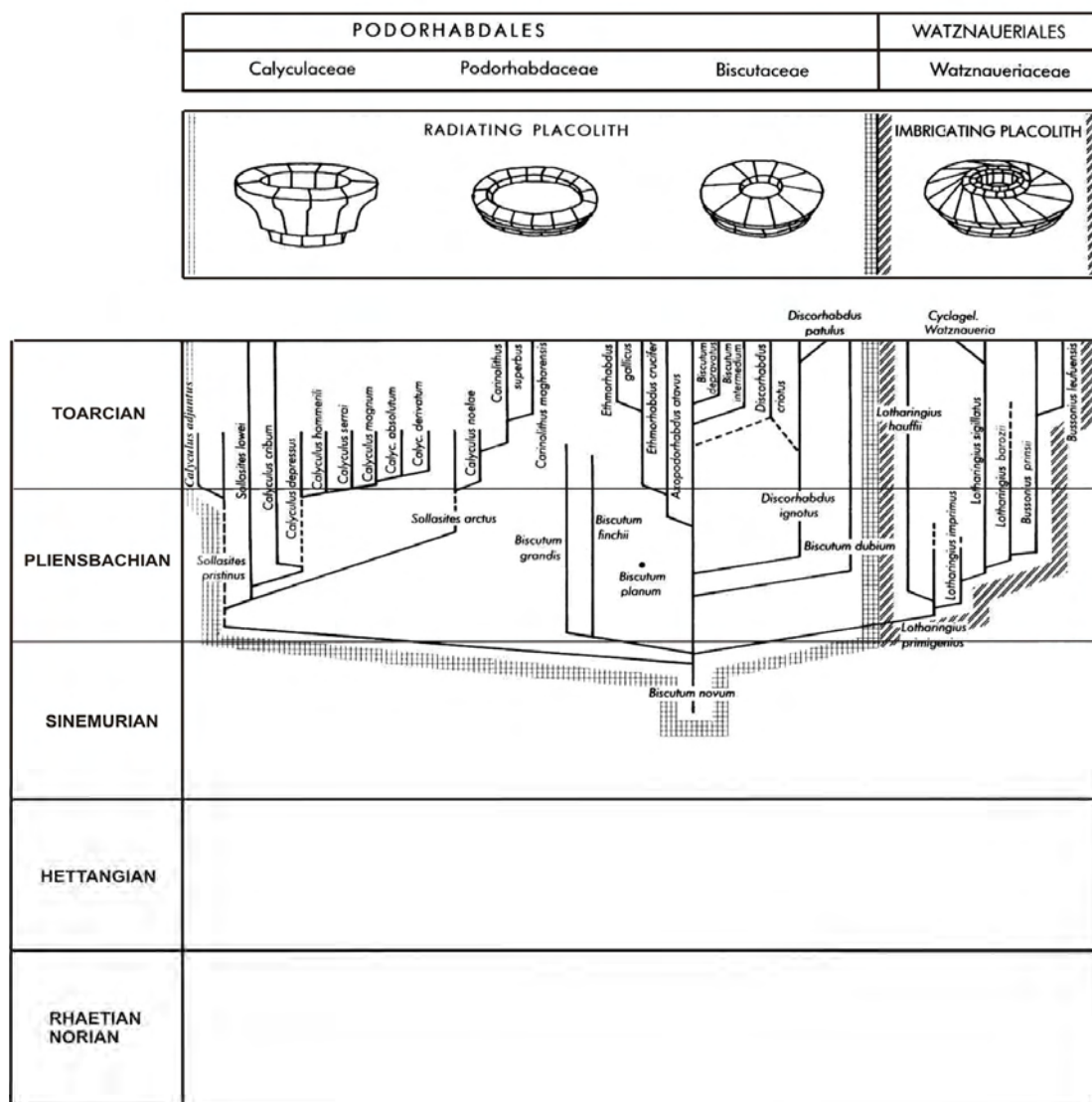
Identificó la aparición del nanolito *Schizosphaerella punctulata* en el Hettangiense Superior, como resultado del desarrollo de *Prinsiosphaera triassica*, y el origen del grupo morfológico de los protolitos en el Triásico Superior, con la aparición de *C. minutus* (Fig. 9.4) que, en el Retiense Superior, dio lugar a *C. primulus*, registrándose un aumento de tamaño y a una extensión vertical de los elementos proximales. Durante el Hettangiense, *C. primulus* evolucionó hacia la especie *P. liasicus*, y a partir del desarrollo de ésta aparecieron *P. marthae* y *P. robustus*, que se distinguen por las dimensiones y la forma de la espina. La falta de información sobre el Hettangiense en la secciones del Tethys, hace que el origen del género *Mitrolithus* sea incierto. BOWN (*op. cit.*) propuso dos alternativas para explicar dicho evento. La primera de ellas sostiene que determinados cambios ocurridos en la morfología o estructura de *C. primulus* o *P. liasicus* podrían haber dado lugar a la aparición de *M. elegans*. La segunda contempla que *M. jansae* (= *C. jansae*) podría haberse desarrollado a partir de *Conusphaera zlambachensis*, especie del Triásico Superior, y haber evolucionado hacia *M. elegans*. Alrededor del límite Pliensbachense/Toarciense, partiendo de la especie *C. primulus*, aparecieron los géneros *Bucanthus*, *Timorella*, *Diductius*, *Saeptella*, *Rectilius* y *Stradnerlithus*, que a su vez evolucionó hacia *Stephanolithion*.

Los primeros cocolitos del grupo morfológico de los loxolitos, pertenecientes a *T. patulus*, se han identificado en materiales del Sinemuriense Inferior (Fig. 9.4). El origen de esta especie es desconocido, aunque este autor sugirió que podría proceder de *Archaeozygodiscus koessenensis*, que apareció durante el Triásico Superior en el dominio del Tethys. En el Sinemuriense, el desarrollo de *T. patulus*, dio lugar a la aparición del género *Crepidolithus*, primero con formas que presentaban el área central rellena con una espina, *C. pliensbachensis*, cuyos cambios morfológicos dieron lugar a una especie con la zona central prácticamente cerrada, *C. crassus*, que a su vez evolucionó hacia cocolitos con el área central vacía, *C. cavus*, y hacia formas con la zona central rellena por microgránulos, *C. granulatus*. También partir de *T. patulus*, en el Sinemuriense, apareció *Zeugrhabdotus erectus*, que evolucionó hacia los géneros *Chiastozygus* y *Staurorhabdus*, durante el Pliensbachense (Fig. 9.4).

Los primeros especímenes pertenecientes al grupo morfológico de los placolitos “superpuestos”, concretamente al género *Mazaganella*, se reconocieron en materiales del Sinemuriense (Fig. 9.4). BOWN (*op. cit.*) sugirió que el desarrollo de *Mazaganella protensa* podría haber dado lugar a la aparición del género *Triscutum*, durante el Toarciense Superior. Identificó el placolito radiado más antiguo, *B. novum*, en los materiales del Sinemuriense Superior en el Tethys, y del Pliensbachense Inferior en el NO de Europa. La diversificación de *B. novum* dio lugar a distintas líneas evolutivas durante el Pliensbachense (Fig. 9.5). En la primera, *B. novum* dio origen a *Sollasites*, y éste a los géneros *Calyculus* y *Carinolithus*; en la segunda, a partir de *B. novum* se desarrollaron *B. finchii*, que evolucionó hacia *B. grandis* (= *B. grande*), *B. dubium* y *B. intermedium*; en la tercera, a partir de *B. novum* se originó *Axopodorhabdus atavus*, que evolucionó hacia el género *Ethmorhabdus*, alrededor del



límite Pliensbachense/Toarciense; y en la cuarta, a partir de *B. novum* aparecieron *Discorhabdus ignotus* y *Discorhabdus criotus* en el Pliensbachense Superior y en el Toarciense Inferior, respectivamente.



**Figura 9.5.-** Esquema evolutivo para los nanofósiles calcáreos del Triásico Superior y Jurásico Inferior (extraída de BOWN, 1987b).

**Figure 9.5.-** Evolutionary chart for Upper Triassic and Lower Jurassic calcareous nannofossils (extracted from BOWN, 1987b).

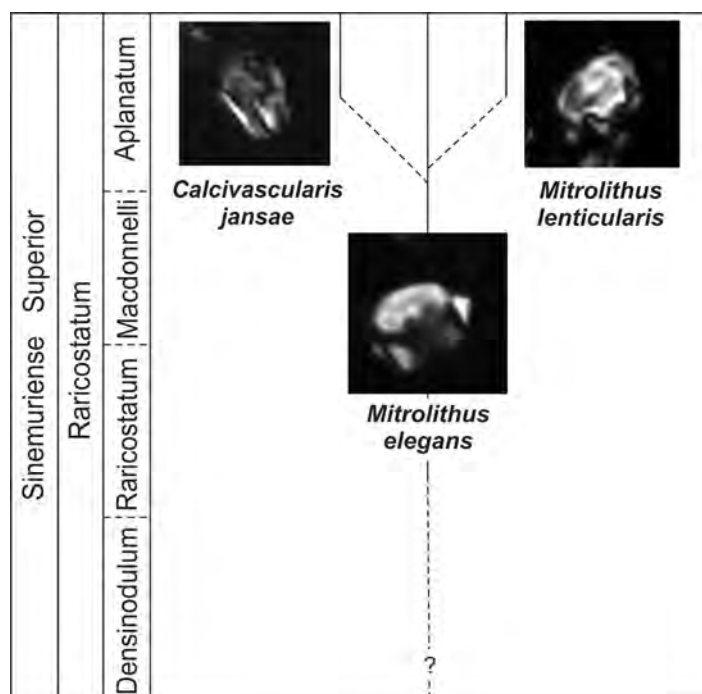
También, *B. novum*, dio lugar a los primeros placolitos imbricados pertenecientes al género *Lotharingius* (Fig. 9.5), durante el Pliensbachense Inferior, concretamente a *Lotharingius primigenius*, que evolucionó, por un lado, hacia *L. hauffii* y, por otro, hacia *L. imprimus*. Como resultado del desarrollo de esta última especie apareció *L. sigillatus*, que evolucionó hacia *L. barozii*, y esta a su vez dio lugar a la aparición de *Bussonius*.

BOWN & YOUNG (1997), obtuvieron resultados muy similares a los de BOWN (1987b), en una revisión taxonómica del nanoplancton calcáreo del Mesozoico.

### 9.3.- CAMBIOS OBSERVADOS EN LOS GRUPOS MORFOLÓGICOS IDENTIFICADOS

Los análisis semicuantitativos han sido la herramienta para conocer los eventos de nanofósiles (Capítulo 7), que podrían ser interpretados en términos evolutivos. Las variaciones en la morfología de los cocolitos durante el intervalo Sinemuriense Superior–Toarciense Inferior en la Cordillera Cantábrica, han permitido mostrar, en este capítulo, los cambios sucesivos observados en los distintos grupos morfológicos identificados.

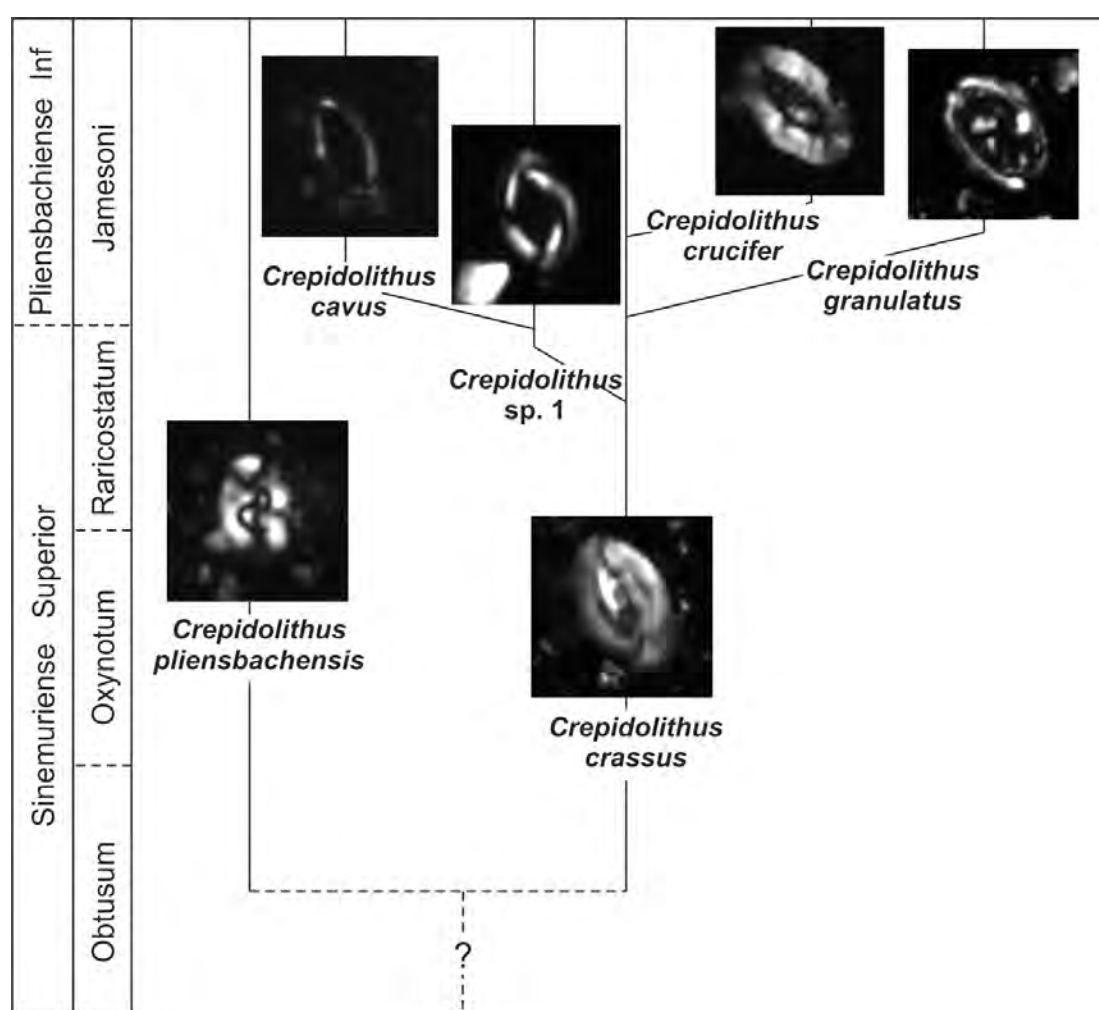
Los géneros *Crucirhabdus* y *Parhabdolithus* están presentes desde las muestras más antiguas estudiadas, por lo que no ha sido posible situar con precisión la aparición del grupo morfológico de los protolitos. Sin embargo, las primeras apariciones de *M. lenticularis* y *C. jansae* se han identificado en los materiales del Sinemuriense Superior, en la Zona Raricostatum, Subzona Aplanatum, de la sección de E Rodiles (Ver Fig. 7.8). El ensanchamiento de la espina de *M. elegans* podría haber dado lugar a la aparición de *M. lenticularis*, mientras que *C. jansae* se podría haber generado a partir de un cambio en la orientación y en la longitud de los elementos individuales que constituyen la especie *M. elegans* (Fig. 9.6). Es importante destacar que en E Rodiles, *M. elegans* no se ha reconocido hasta la Zona Jamesoni, probablemente debido a la mala preservación de las muestras anteriores (Ver Fig. 7.9). Sin embargo, en Tudanca los primeros especímenes de esta especie se han identificado en los niveles inferiores de la Zona Raricostatum (Ver Fig. 7.1).



**Figura 9.6.-** Cambios identificados en los nanofósiles del grupo morfológico de los protolitos durante el Sinemuriense Superior, Zona Raricostatum.

**Figure 9.6.-** Changes observed within the protolith group during the Upper Sinemurian, Raricostatum AZ.

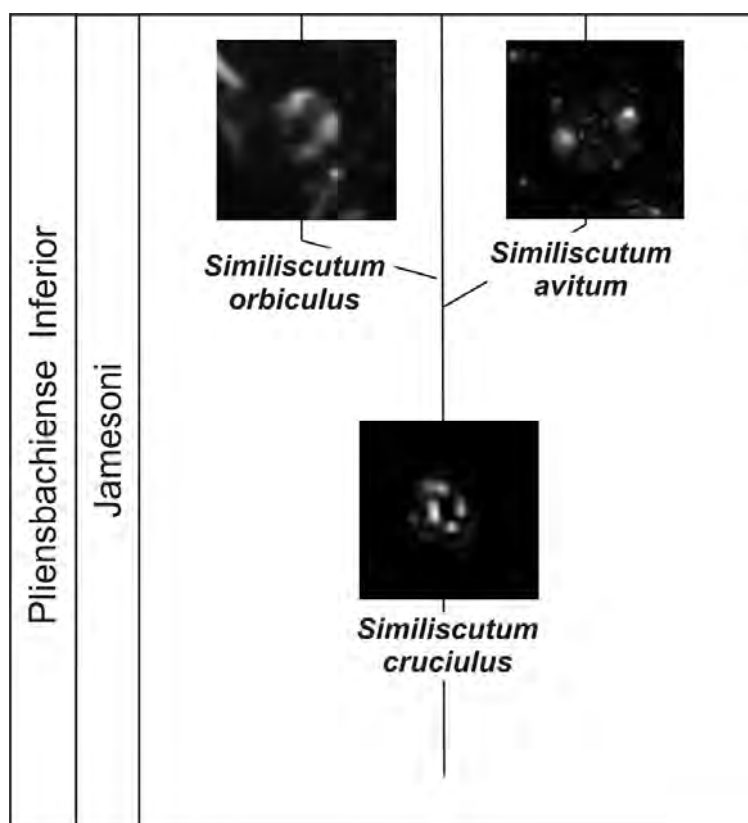
El origen del grupo de los loxolitos es incierto debido a la falta de información al comienzo de su registro. Sin embargo, se ha establecido una posible sucesión de cambios morfológicos dentro del género *Crepidolithus*. Los primeros especímenes de *C. crassus* y *C. plienschachensis* se han identificado en los materiales de la Zona Obtusum, Subzona Obtusum, de E Rodiles (Ver Fig. 7.8). Alrededor del límite Sinemuriense/Pliensbachense, como resultado de distintos cambios morfológicos y estructurales ocurridos en *C. crassus*, aparecieron *Crepidolithus* sp. 1, *C. granulatus* y *C. crucifer*, cocolitos de morfología similar con el área central vacía, rellena de microgránulos y ocupada por una cruz, respectivamente. En la Zona Jamesoni, el ensanchamiento y la formación de un pequeño puente dentro del área central de *Crepidolithus* sp. 1, dieron lugar a la aparición de *C. cavus* (Fig. 9.7).



**Figura 9.7.-** Cambios identificados en los nanofósiles del género *Crepidolithus*, perteneciente al grupo morfológico de los loxolitos, durante el intervalo Sinemuriense Superior–Pliensbachense Inferior, entre las zonas Obtusum y Jamesoni.

**Figure 9.7.-** Changes identified within the *Crepidolithus* genus, belonging to the loxolith group, during the Late Sinemurian–Early Pliensbachian, from the Obtusum AZ to the Jamesoni AZ.

En la Cuenca Vasco-Cantábrica y Asturias, los primeros especímenes pertenecientes al grupo morfológico de los placolitos radiados, concretamente a la especie *S. cruciulus*, se han identificado en la Zona Jamesoni (Ver Fig. 7.11). La sucesiva reducción del área central de esta especie, podría haber dado lugar a la aparición de *S. orbiculus*. Por otro lado, como resultado del alargamiento de los elementos que constituyen *S. cruciulus* y, del crecimiento de su área central podría haber aparecido *S. avitum* (Fig. 9.8).



**Figura 9.8.-** Cambios identificados en los nanofósiles del género *Similiscutum*, perteneciente al grupo morfológico de los placolitos radiados, durante la Zona Jamesoni.

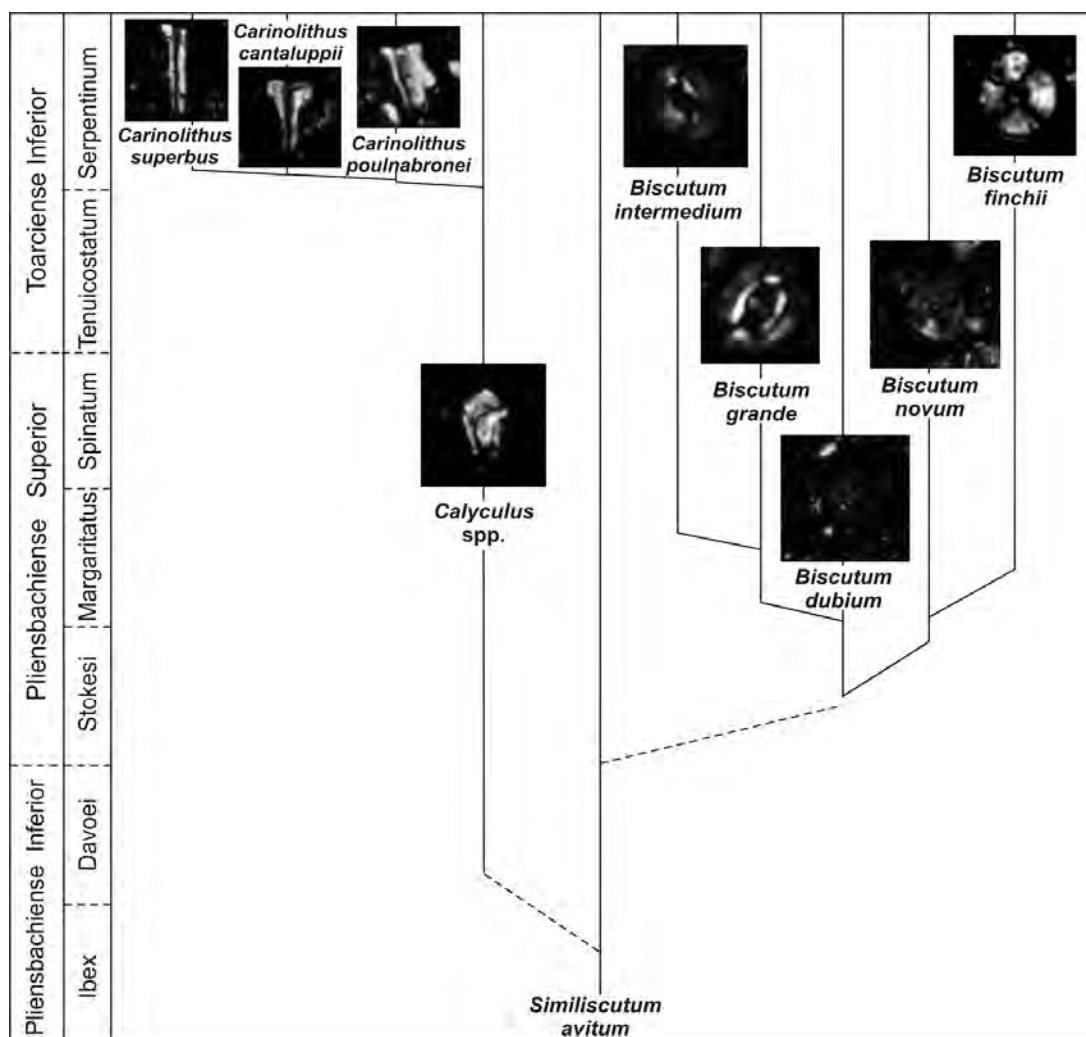
**Figure 9.8.-** Changes identified within the genus *Similiscutum*, belonging to the radiating placolith group, during the Jamesoni AZ.

Los primeros individuos del género *Calyculus* se han identificado en la Zona Ibex (Ver Figs. 7.2-7.4,7.9). Teniendo en cuenta que los placolitos radiados más antiguos reconocidos en las secciones estudiadas pertenecen al género *Similiscutum*, el desarrollo de la especie *S. avitum* podría haber dado lugar a la aparición de cocolitos aún más elípticos, de mayor tamaño y con áreas centrales más abiertas y profundas, pertenecientes al género *Calyculus*. A partir del desarrollo de *Calyculus* podrían haber aparecido, alrededor del límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum, las especies del género *Carinolithus*, con un escudo proximal progresivamente más pequeño del que surge una espina hueca cada vez más larga y con el canal axial más reducido. En resumen, probablemente el género



*Calyculus* evolucionó hacia la especie *C. poulhabronei*, ésta hacia *C. cantaluppii* y esta última hacia *C. superbus*.

El género *Biscutum*, con la especie *B. dubium*, apareció alrededor del límite entre las zonas Davoei/Stokesi (Ver Figs. 7.4,7.6,7.9), probablemente como resultado del desarrollo de *S. avitum*, dando lugar a cocolitos más grandes y con el área central más amplia. En la Zona Stokesi, el aumento del tamaño de *B. dubium* y de la complejidad de su área central podría haber dado lugar a la aparición de *B. novum* y de *B. grande*. *B. finchii* y *B. intermedium* se originarían en la Zona Margaritatus, a partir de *B. novum* y de *B. grande*, respectivamente (Fig. 9.9).

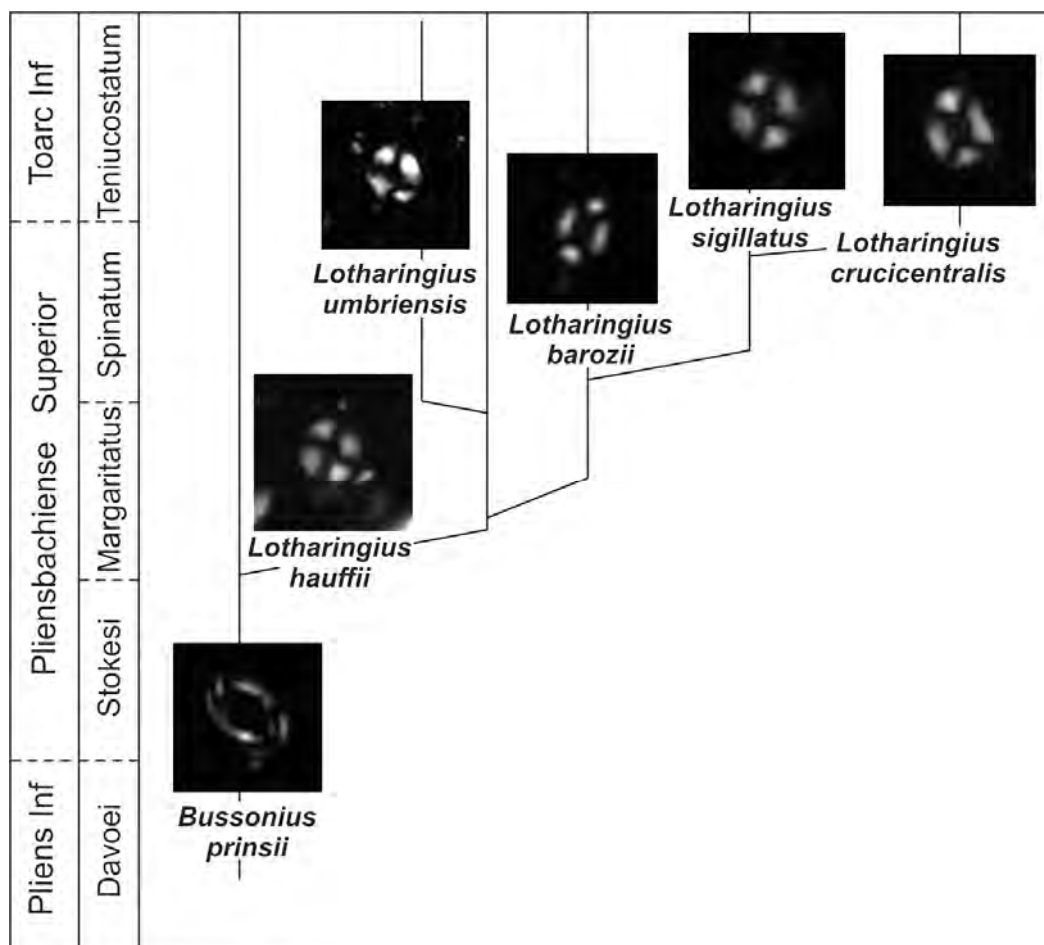


**Figura 9.9.-** Cambios identificados en los géneros *Calyculus*, *Carinolithus* y *Biscutum*, pertenecientes al grupo morfológico de los placolitos radiados, durante el intervalo Pliensbachiano Inferior–Toarciense Inferior, entre las zonas Ibex y Serpentinum.

**Figure 9.9.-** Changes identified within the genera *Calyculus*, *Carinolithus* and *Biscutum*, belonging to the radiating placolith group, during the Lower Pliensbachian–Lower Toarcian interval, from the Ibex AZ to the Serpentinum AZ.

Los primeros especímenes del grupo morfológico de los placolitos imbricados, en concreto de *B. prinsii*, se han identificado en la Zona Davoei (Ver Fig. 7.11).

Probablemente, el género *Lotharingius* apareció como resultado del desarrollo de *B. prinsii*, durante el Pliensbachense Superior. Para interpretar los cambios morfológicos identificados en este grupo es fundamental tener en cuenta los datos expuestos en el subcapítulo 8.3.2. Los resultados del análisis biométrico realizado sobre *L. hauffii* (morfotipos A y B), *L. sigillatus* y *L. crucicentralis*, han permitido mostrar tres posibles modelos evolutivos para este género (Ver Fig. 8.14). En la Fig. 9.10, se han introducido también las especies *L. barozii* y *L. umbriensis* que, en general, son menos abundantes en las secciones estudiadas.



**Figura 9.10.-** Cambios identificados en los géneros *Bussonius* y *Lotharingius*, pertenecientes al grupo morfológico de los placolitos imbricados, durante el intervalo Pliensbachense Inferior–Toarciense Inferior, entre las zonas Davoei y Tenuicostatum.

**Figure 9.10.-** Changes identified within the genera *Bussonius* and *Lotharingius*, belonging to the imbricating placolith group, during the Lower Pliensbachian–Lower Toarcian interval, from the Davoei AZ to the Tenuicostatum AZ.

Así pues, considerando todos los datos recopilados en este trabajo, a partir del desarrollo de *B. prinsii*, alrededor del límite entre las zonas Stokesi/Margaritatus, apareció la especie *L. hauffii* (Ver Fig. 7.11), que evolucionó, por un lado, hacia formas más grandes, elípticas y con un área central más amplia, *L. barozii*, y, por otro, hacia

cocolitos subcirculares con un área central reducida que puede estar ocupada por una cruz, *L. umbriensis*. El desarrollo de *L. barozii* dio lugar a la aparición de *L. sigillatus*, en la Zona Spinatum (Ver Fig. 7.11), especie con un área central más amplia, que incluye una estructura en forma de cruz en su interior y, como resultado del desarrollo de ésta apareció la especie *L. crucicentralis*, más grande y con el área central más amplia rellena por una cruz robusta (Fig. 9.10).

#### 9.4.- DISCUSIÓN

En este apartado, se comparan los cambios observados en los grupos morfológicos identificados en esta Tesis Doctoral, con los propuestos por PRINS (1969) y BOWN (1987b). Los trabajos de COBIANCHI *et al.* (1992), MATTIOLI (1996), BOWN & YOUNG (1997) y MATTIOLI & ERBA (1999), se han utilizado en la discusión sobre los cambios reconocidos en determinados géneros y especies.

El esquema de PRINS (1969) fue el primer modelo evolutivo propuesto para los cocolitos del intervalo Retiense–Toarciense, e incluye un elevado número de especies “*nomen nudum*”, que no fueron publicadas siguiendo las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica. Muchas de ellas, fueron formalmente descritas por autores posteriores y, en ciertas ocasiones, han cambiado de género. Además, es importante mencionar que, en el modelo de PRINS (1969), las siete líneas evolutivas se establecieron teniendo en cuenta criterios morfológicos muy diferentes a los utilizados por BLACK (1972) y BOWN (1987a), para describir los grupos que se han utilizado en esta Tesis Doctoral. Por estas razones, hay diferencias significativas entre las tendencias evolutivas propuestas por PRINS (1969) y los datos expuestos en el subcapítulo anterior. Sin embargo, se han reconocido algunas semejanzas que se comentarán más adelante.

Las diferencias principales entre los cambios observados dentro de los grupos morfológicos identificados en este trabajo, y las tendencias evolutivas planteadas por BOWN (1987b) radican en que algunos de los géneros y especies reconocidos por este autor, no han sido identificados en las secciones estudiadas. Este hecho puede ser debido, por un lado, a que su registro finalizara antes de la muestra más antigua estudiada, como es el caso de *Archaeozygodiscus*, *Conusphaera*, *Prinsiosphaera* o *Thoracosphaera*, géneros del Triásico Superior, o comenzara después de la última muestra analizada, como ocurre con *Zeugrhabdotus*, *Diductius*, *Stradnerlithus*, *Triscutum*, *Discorhabdus*, *Axopodorhabdus* y *Ethmorhabdus*, formas del Toarciense o, por otro lado, podría tratarse de formas exclusivamente reconocidas en el Tethys, como por ejemplo, *Timorella*, *Bucanthus* y *Mazaganella*.

El origen de los discolitos, grupo que incluye a los loxolitos y los protolitos, es incierto, y existen diferencias significativas entre los esquemas evolutivos consultados. Los modelos de PRINS (1969), BOWN (1987b) y BOWN & YOUNG (1997) coinciden en que el género *Parhabdolithus* apareció como resultado del desarrollo de *Crucirhabdus*. Sin embargo, hay discrepancias respecto a las primeras apariciones de *Mitrolithus*,

*Crepidolithus* y *Tubirhabdus*, ya que, mientras en el esquema de PRINS (1969), los géneros *Crepidolithus* y *Tubirhabdus* se originaron a partir del desarrollo de *Crucirhabdus*, y *Tubirhabdus* evolucionó hacia *Mitrolithus*, en el modelo de BOWN (1987b), el género *Mitrolithus* se desarrolló a partir de *C. primulus* o *P. liasicus*, y de la evolución de *T. patulus* aparecieron las especies de *Crepidolithus*. En esta Tesis Doctoral, no ha sido posible situar la primera aparición de *Crucirhabdus* y *Parhabdololithus*, géneros que están presentes desde las muestras más antiguas estudiadas. Sin embargo, los cambios morfológicos y estructurales identificados en los géneros *Mitrolithus* y *Crepidolithus* (Figs. 9.6-9.7), coinciden de manera aproximada con los expuestos por BOWN (1987b) (Fig. 9.4).

La primera diferencia relevante entre todos los modelos evolutivos comparados se encuentra en el origen de los placolitos radiados. El esquema de BOWN (1987b) no incluye el género *Similiscutum*, que en esta Tesis Doctoral representa el inicio de dicho grupo morfológico. Sin embargo, BOWN & YOUNG (1997) y MATTIOLI & ERBA (1999) reconocieron los primeros placolitos radiados, pertenecientes a la especie *S. cruciulus*, alrededor del límite Sinemuriense/Pliensbachense. Estos autores identificaron una sucesión de eventos dentro del género similar a la propuesta en esta memoria (Fig. 9.8), de manera que, del desarrollo de *S. cruciulus* apareció *S. orbiculus*, especie sinónima de *S. avitum*, cuyos cambios morfológicos dieron lugar al género *Biscutum*, durante el Pliensbachense. En la Fig. 9.9, se propone una sucesión de cambios morfológicos en la especie *S. avitum*, que podrían haber dado lugar a la aparición de los géneros *Biscutum* y *Calyculus*.

MATTIOLI & ERBA (1999) establecieron una secuencia de eventos para el género *Biscutum* similar a la mostrada en esta Tesis Doctoral, pero con importantes diferencias en la posición estratigráfica de los mismos, siguiendo este orden, *Biscutum* aff. *B. dubium*, *B. novum*, *B. grande* y *B. finchii*. El trabajo de PRINS (1969) incluye la siguiente sucesión de eventos (Fig. 9.2) partiendo de la especie *P. veterna* (= *B. dubium*), que evolucionó, por un lado, hacia *P. binodosa* (= *B. grande*), y ésta a su vez dio lugar a *P. inconspicua* (= *B. intermedium*) y, por otro lado, hacia la especie *S. grandiculus* (= *B. novum*), de cuyo desarrollo apareció *S. opacus* (= *B. finchii*). Cabe destacar que la línea evolutiva propuesta por PRINS (1969) es la que más semejanza guarda con los resultados mostrados en este trabajo (Fig. 9.9), aunque sugiere que el desarrollo de *P. veterna* (= *B. dubium*) también dio lugar a la aparición de *P. crucifera* y *P. repleta* (= *S. avitum* y *S. cruciulus*). El modelo propuesto por BOWN (1987b) para la evolución de *Biscutum* difiere completamente de los esquemas de PRINS (1969) y MATTIOLI & ERBA (1999), y de los cambios morfológicos observados en este trabajo (Fig. 9.9). Este autor situó el origen de los placolitos radiados y de la especie *B. novum*, en el Sinemuriense Superior. A partir de su desarrollo aparecieron durante el Pliensbachense, *B. finchii*, [que evolucionó hacia *B. grandis* (= *B. grande*)], *B. dubium* y, por último, *B. intermedium*, en el Toarciense (Fig. 9.5).

El origen del género *Calyculus* es otra de las diferencias existentes entre los trabajos de PRINS (1969) y BOWN (1987b) y esta Tesis Doctoral. El esquema de PRINS

(1969) propone que a partir del desarrollo de *C. crassus* apareció la especie *C. fistulatus* (= *Calyculus* spp.), cuyos cambios morfológicos y estructurales dieron lugar a la aparición de *C. superbus* (Fig. 9.1). Considerando que los géneros *Crepidolithus* y *Calyculus* pertenecen a grupos morfológicos completamente diferentes, esta línea evolutiva no sería coherente. El esquema de BOWN (1987b) sugiere que los géneros *Calyculus* y *Carinolithus* aparecieron como resultado del desarrollo de diferentes especies de *Sollasites*, género que no ha sido identificado en el material estudiado, probablemente porque posee afinidades tethysicas o, tal vez, porque su primera aparición ocurre después de la última muestra estudiada. Además, existen discrepancias sobre la posición de la aparición de la especie *Sollasites lowei*. BOWN (1987b) situó este evento en el Pliensbachense Inferior, BOWN & YOUNG (1997) lo identificaron alrededor del límite Sinemuriense/Pliensbachense y, por último, MATTIOLI & ERBA (1999) lo reconocieron en el Toarciense Inferior.

Tal y como se propone en esta Memoria (Fig. 9.9), MATTIOLI (1996) y BOWN & YOUNG (1997) sugirieron que la aparición del género *Carinolithus* podría haber sido el resultado del desarrollo de *Calyculus*. MATTIOLI (1996) estableció un esquema evolutivo para los géneros *Calyculus* y *Carinolithus*, según el cual el desarrollo de la especie *Calyculus cribrum* dio lugar a *C. poulabronei*, que a su vez evolucionó, por un lado, hacia *C. cantaluppii* y, por otro, hacia *C. superbus*. Sin embargo, en esta Tesis Doctoral, *C. poulabronei* y *C. cantaluppii* se han considerado especies transicionales entre *Calyculus* spp. y *C. superbus* (Fig. 9.9).

El origen de los placolitos imbricados ha sido otra de las diferencias encontradas entre los trabajos comentados. PRINS (1969) propuso una línea evolutiva en la que *C. primulus* var. *striatulus* evolucionó hacia la especie *L. intermedia* (= *B. prinsii*), dando lugar a los primeros placolitos imbricados y, como resultado del desarrollo de ésta apareció *C. crucicentralis* var. *parva* (= *L. crucicentralis*). De la misma manera, BOWN & YOUNG (1997) identificaron la aparición de *Lotharingius* a partir del desarrollo del género *Bussonius*. Sin embargo, BOWN (1987b) sugirió que determinados cambios morfológicos y estructurales ocurridos en *B. novum* darían lugar a la aparición del género *Lotharingius*, de cuyo desarrollo aparecería *Bussonius*.

Se han observado ciertas diferencias en las tendencias evolutivas propuestas por BOWN (1987b), COBIANCHI *et al.* (1992), MATTIOLI (1996) y BOWN & YOUNG (1997), y los cambios morfológicos identificados en esta Tesis Doctoral, para el género *Lotharingius*.

El modelo de BOWN (1987b) propuso que la aparición de la forma ancestral, *L. primigenius* es el origen de este género. A partir ella, se originó por un lado, *L. hauffii* y, por otro, *L. imprimus*, que evolucionó hacia *L. sigillatus* y ésta a *L. barozii*. COBIANCHI *et al.* (1992) propusieron una sucesión de eventos evolutivos dentro del género *Lotharingius*, con el siguiente orden, *L. primigenius*, *L. hauffii*, *L. barozii*, *L. imprimus*, *L. sigillatus* y *L. crucicentralis*, alrededor del límite entre las zonas Spinatum/Tenuicostatum. MATTIOLI (1996) sugirió que la evolución de *L. hauffii* dio lugar a la aparición de *L. umbriensis* y *L. frodoi*, en el Pliensbachense Superior, y en la

Zona Tenuicostatum, a partir del desarrollo de *L. frodoi* apareció *L. barozii*, cuyos cambios morfológicos y estructurales dieron lugar a *L. sigillatus* y *L. crucicentralis*. BOWN & YOUNG (1997) identificaron la siguiente sucesión de eventos para el género *Lotharingius*, durante el Pliensbachense Superior, *L. barozii*, *L. hauffii*, *L. sigillatus* y *L. crucicentralis*. Considerando que *L. primigenius*, podría ser un morfotipo preservacional de *L. hauffii* (BOWN, 1987b; MATTIOLI, 1996), las tendencias evolutivas identificadas por COBIANCHI *et al.* (1992), MATTIOLI (1996) y BOWN & YOUNG (1997) para el género *Lotharingius* (Fig. 9.10), no difieren de forma significativa de los resultados obtenidos en este trabajo.

## 10.- PALEOECOLOGÍA

### 10.1.- INTRODUCCIÓN

Los cocolitofóridos actuales juegan un papel fundamental en el ciclo del C y en el sistema climático global, ya que, en primer lugar, estos organismos retiran CO<sub>2</sub> de las capas superiores de los océanos, convirtiéndolo en materia orgánica mediante la fotosíntesis. En segundo lugar, los cocolitos que éstos producen, constituyen la mayor parte del carbonato que compone los sedimentos marinos situados por encima del nivel de compensación de la calcita (MILLIMAN, 1993). Además, el sulfuro de dimetilo que emiten los cocolitofóridos es probablemente uno de los factores que controla la formación de las nubes (WESTBROEK *et al.*, 1993; BORNEMANN *et al.*, 2003).

Durante las cuatro últimas décadas se han publicado abundantes trabajos sobre la dinámica y la ecología del nanoplancton calcáreo en los océanos actuales, que han permitido conocer las preferencias ecológicas de la mayoría de los taxones (OKADA & HONJO, 1973; OKADA & MCINTYRE, 1977; BRAND, 1994; YOUNG, 1994; BAUMANN *et al.*, 1999; KINKEL *et al.*, 2000; TAKAHASHI & OKADA, 2000; BEAUFORT & HEUSSNER, 2001; CORTÉS *et al.* 2001; RENAUD *et al.*, 2002; BOECKEL & BAUMANN, 2004; DE BERNARDI *et al.*, 2005; HAGINO *et al.*, 2005; HAGINO & OKADA, 2006; REYNOLDS, 2006; BOECKEL & BAUMANN, 2008; DIMIZA *et al.*, 2008; GRAVALOSA *et al.*, 2008; MOHAN *et al.*, 2008).

En los ecosistemas marinos actuales (MCINTYRE *et al.*, 1970; WINTER *et al.*, 1994), los cambios en la distribución y la abundancia del nanoplancton están fundamentalmente controlados por las características de las masas de agua (temperatura, nutrientes, luz, salinidad...). De manera análoga, las variaciones observadas en la abundancia y en la diversidad de los nanofósiles calcáreos, a partir de los análisis cuantitativos, sirven como herramienta para inferir condiciones paleoecológicas y realizar reconstrucciones paleoambientales.

Algunos autores han relacionado los cambios en la abundancia de los nanofósiles con las variaciones registradas en las temperaturas de las aguas del océano (MUTTERLOSE, 1989; LOTOTSKAYA *et al.*, 1998; TAKAHASHI & OKADA, 2000; COLMENERO-HIDALGO *et al.*, 2004; DI STEFANO & INCARBORA, 2004; GIBBS *et al.*, 2004; MAIORANO & MARINO, 2004; BAUMANN *et al.*, 2005; VILLA *et al.*, 2005; TREMOLADA *et al.*, 2006; THIBAUT & GARDIN, 2007). Recientemente, otros autores han sugerido que la abundancia y la distribución de los nanofósiles podrían depender directamente de la disponibilidad de nutrientes en las aguas superficiales (STREET & BOWN, 2000; TAKAHASHI & OKADA, 2000; HERRLE, 2003; GIRAUD *et al.*, 2006; LEES *et al.*, 2006; HARDAS & MUTTERLOSE, 2007; LINNERT & MUTTERLOSE, 2009a, 2009b). Sin embargo, otros investigadores han utilizado estas variaciones de abundancia como herramienta para reconstruir los movimientos en las masas de agua (OKADA & WELLS, 1997; FLORES *et al.*, 1997, 2003; BAUMANN & FREITAG, 2004; WEI, 2004).

Muchos de los trabajos sobre la paleoecología de los nanofósiles calcáreos han sido realizados sobre materiales pertenecientes a intervalos temporales con perturbaciones paleoambientales, como son el máximo térmico del Paleoceno–Eoceno (*Paleocene–Eocene Thermal Maximum* - PETM) (BRALOWER, 2002; TREMOLADA & BRALOWER, 2004; STOLL, 2005; GIBBS *et al.*, 2006; AGNINI *et al.*, 2007; STOLL *et al.*, 2007; RAFFI & DE BERNARDI, 2008; BOWN & PEARSON, 2009; RAFFI *et al.*, 2009; GIBBS *et al.*, 2010), o el EAO del Toarciense Inferior (BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 2002; MATTIOLI & PITTET, 2002; ERBA, 2004; MATTIOLI & PITTET, 2004; MATTIOLI *et al.*, 2004b; TREMOLADA *et al.*, 2005; MATTIOLI *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a; MATTIOLI *et al.*, 2009; FRAGUAS *et al.*, 2010, *in litt.*). Recientemente, AGUADO *et al.* (2008) investigaron los cambios de fertilidad en las aguas superficiales durante el Aalenense en el O del Tethys, a partir de los datos obtenidos de los análisis cuantitativos realizados sobre los nanofósiles calcáreos, y de los análisis isotópicos del C. REGGIANI *et al.* (2010b) utilizaron los resultados de los análisis cuantitativos sobre los nanofósiles, para realizar una reconstrucción paleoceanográfica del Pliensbachense en la Cuenca Lusitánica.

Los análisis biométricos realizados sobre los nanofósiles han sido, a menudo, utilizados como herramienta para inferir las condiciones paleoambientales existentes durante el intervalo temporal objeto de estudio (Subcapítulo 8.3.1).

Durante el Sinemuriense Superior–Toarciense Inferior, se registraron importantes cambios en las temperaturas de las aguas y en el nivel del mar, tanto en la Cuenca Vasco-Cantábrica (ROSALES *et al.*, 2003, 2004a; QUESADA *et al.*, 2005) como en Asturias (GÓMEZ *et al.*, 2008). Estas variaciones probablemente afectaron a la abundancia, diversidad y distribución de los nanofósiles calcáreos. Los resultados de los análisis cuantitativos realizados sobre los nanofósiles presentes en un conjunto de muestras seleccionadas, han permitido inferir las afinidades paleoecológicas de las especies más abundantes.

## **10.2.- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CUANTITATIVOS Y DE LOS PCAS**

### **10.2.1- SECCIÓN DE TUDANCA**

#### **10.2.1.1.- Abundancias relativas**

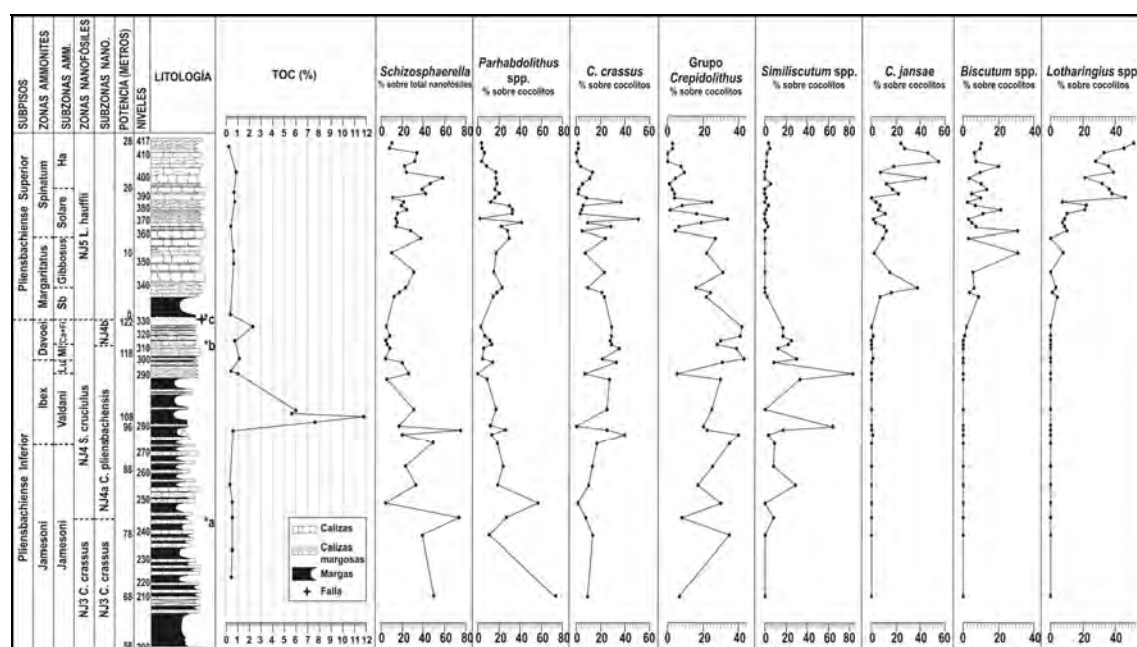
Cuarenta y cinco de las noventa y ocho muestras recogidas en la sección de Tudanca (Anexo 3, Tabla 1), fueron seleccionadas para llevar a cabo análisis cuantitativos sobre los nanofósiles calcáreos, teniendo en cuenta su estado de preservación y la abundancia de sus asociaciones (Ver Figs. 7.1-7.2). Los datos obtenidos de estos análisis, revelan que ciertos taxones, tales como *Schizosphaerella* sp., *P. l. distinctus*, *P. l. liasicus*, *C. crassus*, *C. cavus*, *Crepidolithus* spp., *Crepidolithus* sp. 1, *C. crucifer*, *S. avitum*, *S. cruciulus*, *S. orbiculus*, *C. jansae*, *B. novum*, *B. grande*, *B. finchii*, *L. barozii* y *L. hauffii*, constituyen más del 80% de las asociaciones de nanofósiles (Anexo 3, Tabla 2). Con el fin de simplificar los datos, y dado que ambas



especies presentan picos de abundancia en las mismas muestras, *P. l. distinctus* y *P. l. liasicus* se han agrupado en *Parhabdolithus* spp. Se ha procedido de la misma manera con las especies pertenecientes a los géneros *Similiscutum*, *Biscutum* y *Lotharingius*. Los taxones *C. cavus*, *Crepidolithus* spp., *Crepidolithus* sp. 1 y *C. crucifer* se han incluido en el grupo *Crepidolithus*.

Durante la Zona Jamesoni, las asociaciones de nanofósiles están dominadas por *Schizosphaerella* sp., *Parhabdolithus* spp. y el grupo *Crepidolithus*, cuyas abundancias relativas muestran importantes fluctuaciones a lo largo de esta sección (Fig. 10.1).

En la Zona Ibex, *C. crassus*, el grupo *Crepidolithus* y *Similiscutum* spp., con porcentajes por encima del 50%, son los constituyentes principales de las asociaciones, mientras que la abundancia relativa de *Parhabdolithus* spp. presenta valores más bajos (Fig. 10.1). Las especies pertenecientes a los géneros *Crepidolithus* y *Parhabdolithus* dominan las asociaciones de la Zona Davoei.



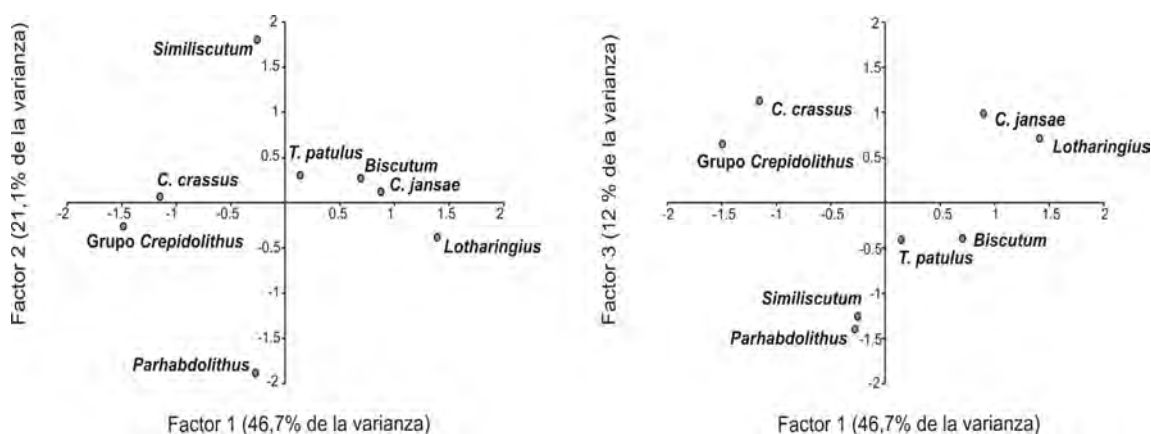
**Figura 10.1.-** Abundancias relativas (%) de los géneros y especies más abundantes de la sección de Tudanca mostradas junto a la sección estratigráfica, las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites, y los valores del TOC (% en peso). \*a = FO de *S. cruciulus*, \*b = FO de *B. novum*, \*c = FO de *L. hauffii*. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

**Figure 10.1.-** Relative abundances (%) of the most abundant nannofossil genera and species of the Tudanca section plotted against the stratigraphic section, the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones and subzones, and the TOC (wt.%) values. \*a = FO of *S. cruciulus*, \*b = FO of *B. novum*, \*c = FO of *L. hauffii*. See Appendix 1 for abbreviations.

En la primera muestra estudiada perteneciente a la Zona Margaritatus, la abundancia relativa de *Similiscutum* spp. disminuye drásticamente, desde valores en torno al 20% hasta el 1%. *C. crassus* y el grupo *Crepidolithus* dominan las asociaciones de la porción inferior de esta zona, representando más del 40%. Sin embargo, en su parte superior dominan los taxones *C. jansae*, *Biscutum* spp. y *Lotharingius* spp., al igual que ocurre durante la Zona Spinatum. En la porción superior de la Zona Spinatum se observa una notable disminución en las abundancias relativas de *Parhabdolithus* spp., *C. crassus* y del grupo *Crepidolithus* (Fig. 10.1).

#### 10.2.1.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad

Los géneros y especies de cocolitos representados en la Fig. 10.1 fueron seleccionados para el PCA (Subcapítulo 3.3.5). A partir de este análisis, se extrajeron tres factores principales que representan el 80% de la varianza total (Fig. 10.2).



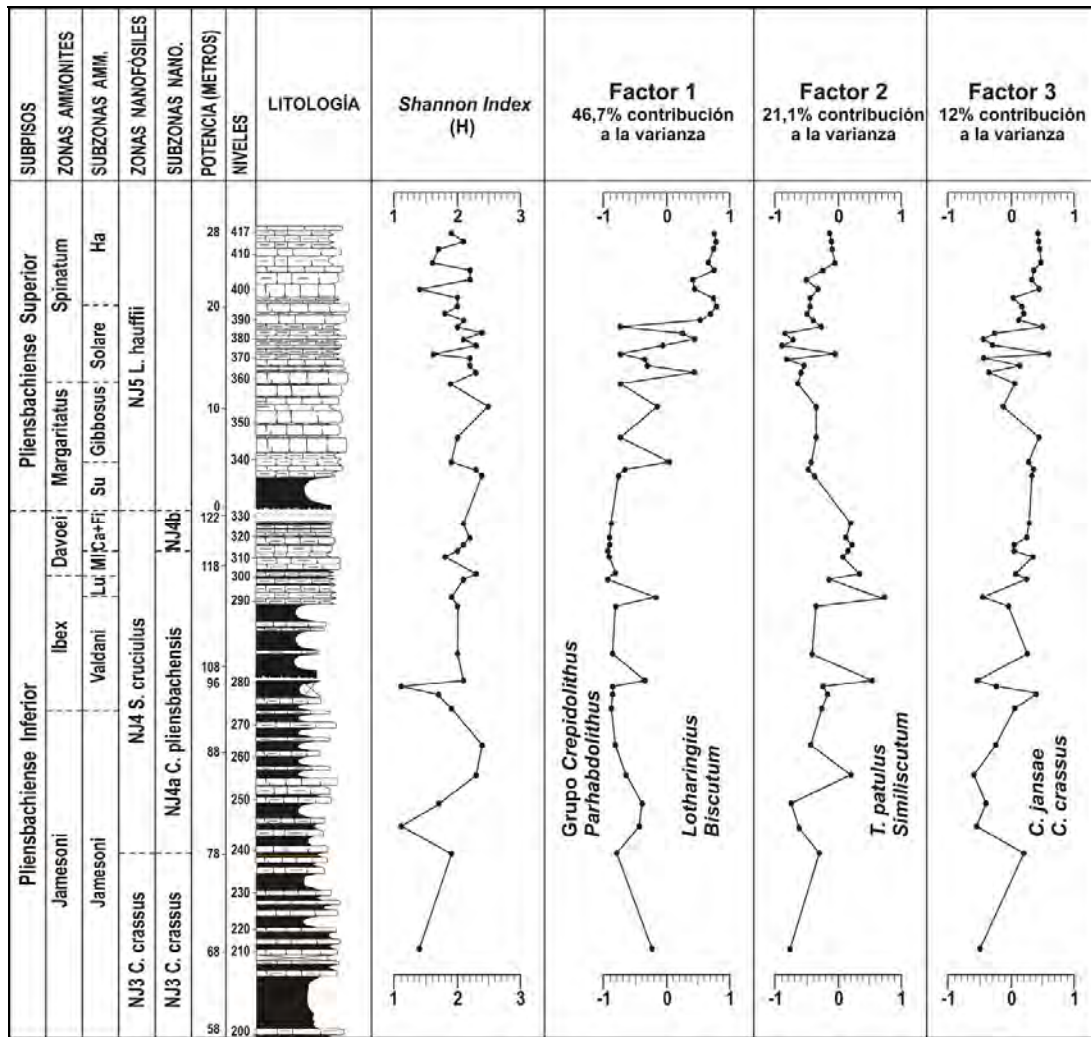
**Figura 10.2.-** Resultados del PCA aplicado a las abundancias relativas de los cocolitos de la sección de Tudanca. Se ha mostrado también la contribución de cada factor extraído del PCA.

**Figure 10.2.-** Results of the PCA applied to the relative abundance of coccoliths in the Tudanca section. The contribution to the variance of each factor extracted by PCA is also shown.

El primer factor tiene una contribución del 46,7 % a la varianza total, y representa la oposición de los géneros *Biscutum* y *Lotharingius* (valores positivos) al grupo *Crepidolithus* y a *Parhabdolithus* spp. (valores negativos). El segundo factor contribuye un 21,1% y carga principalmente *T. patulus* y *Similiscutum* (valores positivos). Por último, el tercer factor, con un 12% de la varianza total, muestra una carga significativa de las especies *C. jansae* y *C. crassus* (valores positivos).

Los valores de los tres factores extraídos del PCA (Anexo 3, Tabla 3) y de H (Anexo 3, Tabla 2), se han representado junto a la sección estratigráfica (Fig. 10.3).

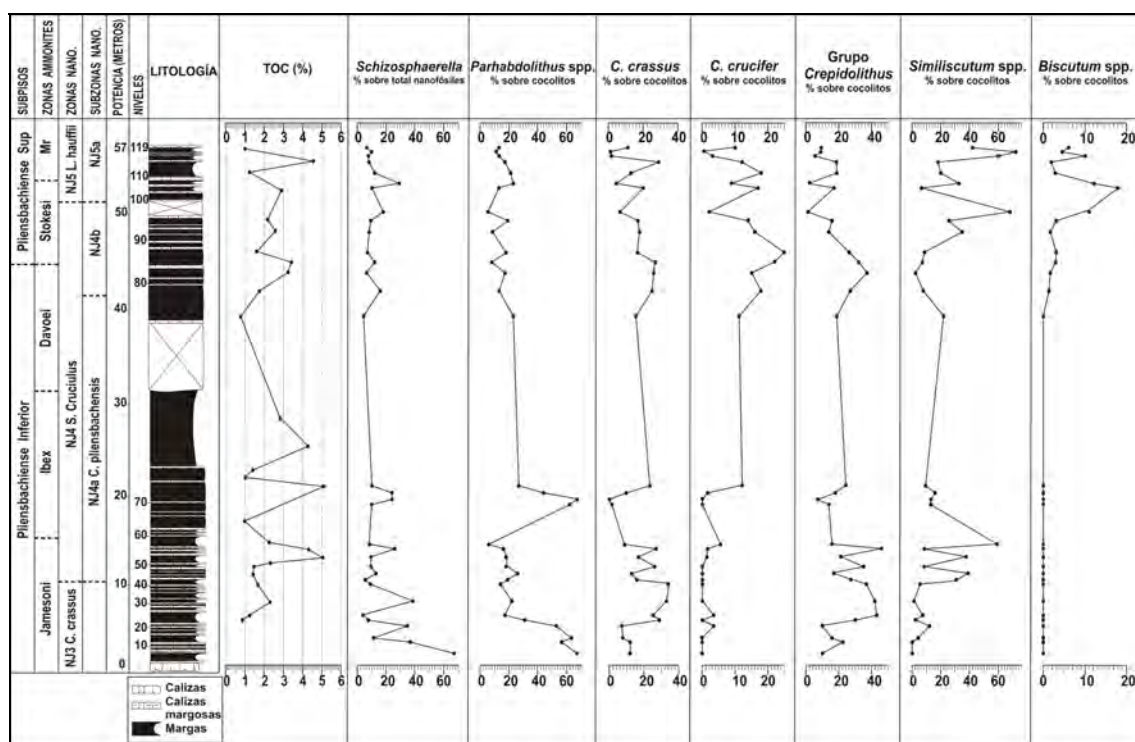
Cabe destacar que H muestra fluctuaciones a lo largo de toda la sección. El primer factor presenta valores negativos durante el Pliensbachiense Inferior, mientras que a lo largo del Pliensbachiense Superior éstos van siendo progresivamente más



**Figure 10.3.-** PCA scores and H values plotted against the stratigraphic section, and the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones and subzones of the Tudanca section. The contribution to the total variance of each factor and the most significant species contributing to the factors, are shown.

sus nanofósiles. Los resultados de estos análisis muestran que *Schizosphaerella* sp., *P. I. distinctus*, *P. I. liasicus*, *Parhabdolithus* spp., *C. crassus*, *Crepidolithus* spp., *Similiscutum* spp., *C. crucifer*, *Crepidolithus* sp. 1, *S. avitum*, *S. cruciulus*, *S. orbiculus*, *B. novum*, *B. grande* y *B. finchii*, representan más del 90% a las asociaciones de nanofósiles (Anexo 3, Tabla 5). Las especies pertenecientes a los géneros *Parhabdolithus*, *Similiscutum* y *Biscutum* se han agrupado en *Parhabdolithus* spp., *Similiscutum* spp. y *Biscutum* spp., además *Crepidolithus* spp. y la especie *C. cavus* se han incluido en el grupo *Crepidolithus*.

Los taxones *Schizosphaerella* sp., *Parhabdolithus* spp., *C. crassus*, *Similiscutum* spp. y el grupo *Crepidolithus*, dominan las asociaciones de la Zona Jamesoni (Fig. 10.4).



**Figura 10.4.-** Abundancias relativas (%) de los géneros y especies más abundantes de la sección de Santotis mostradas junto a la sección estratigráfica, las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas de ammonites, y los valores del TOC (% en peso). Mr = Margaritatus, \*a = FO de *S. cruciulus*, \*b = FO de *B. novum*, \*c = FO de *L. hauffii*.

**Figure 10.4.-** Relative abundances (%) of the most abundant nannofossil genera and species of the Santotis section plotted against the stratigraphic section, the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones, and the TOC (wt.%) values. Mr = Margaritatus, \*a = FO of *S. cruciulus*, \*b = FO of *B. novum*, \*c = FO of *L. hauffii*.

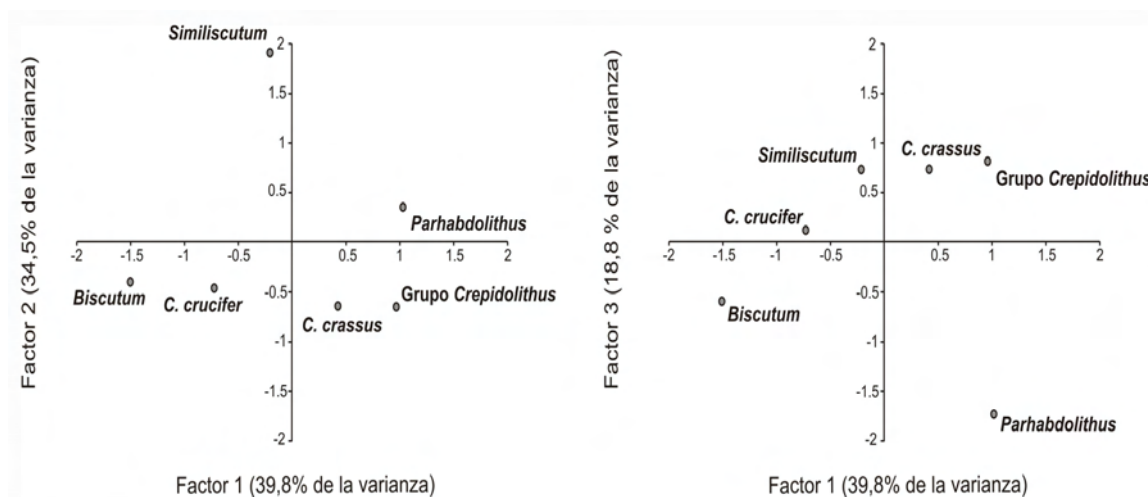
En la Zona Ibex, *Schizosphaerella* sp., *Parhabdolithus* spp., *C. crassus*, *Similiscutum* spp. y el grupo *Crepidolithus* constituyen la mayor parte de las asociaciones. Es importante destacar que, en aquellas muestras en las la abundancia

relativa del género *Parhabdolithus* aumenta, la proporción de las especies del género *Crepidolithus* es más baja (Fig. 10.4).

Debido a la escasa abundancia de las asociaciones de nanofósiles y a su mal estado de preservación, las muestras correspondientes a la porción superior de la Zona Ibex no fueron consideradas para este análisis (Ver Fig. 7.3). En la Zona Davoei, las abundancias relativas de las especies del género *Crepidolithus* son elevadas, superando el 60%, respecto a *Parhabdolithus* spp. y *Similiscutum* spp., cuya abundancia disminuye notablemente. Las asociaciones de la porción inferior de la Zona Stokesi están dominadas por *C. crucifer* y el Grupo *Crepidolithus*, con abundancias por encima del 50%, mientras que su porción superior está representada fundamentalmente por *Similiscutum* spp. y *Biscutum* spp. (Fig. 10.4). Los géneros *Parhabdolithus*, *Biscutum* y *Similiscutum* son los principales constituyentes de las asociaciones de la Zona Margaritatus. Es importante mencionar que la abundancia relativa de *Schizosphaerella* sp. es baja durante todo el intervalo, y que la curva correspondiente a *Similiscutum* spp. fluctúa abruptamente a lo largo de la sección.

#### 10.2.2.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad

Los géneros y especies de cocolitos representados en la Fig. 10.4 fueron introducidos en un PCA, mediante el cual se extrajeron tres factores principales que representan el 93% de la varianza total (Fig. 10.5).



**Figura 10.5.-** Resultados del PCA aplicado a las abundancias relativas de los cocolitos de la sección de Santotis. Se ha mostrado también la contribución de cada factor extraído del PCA.

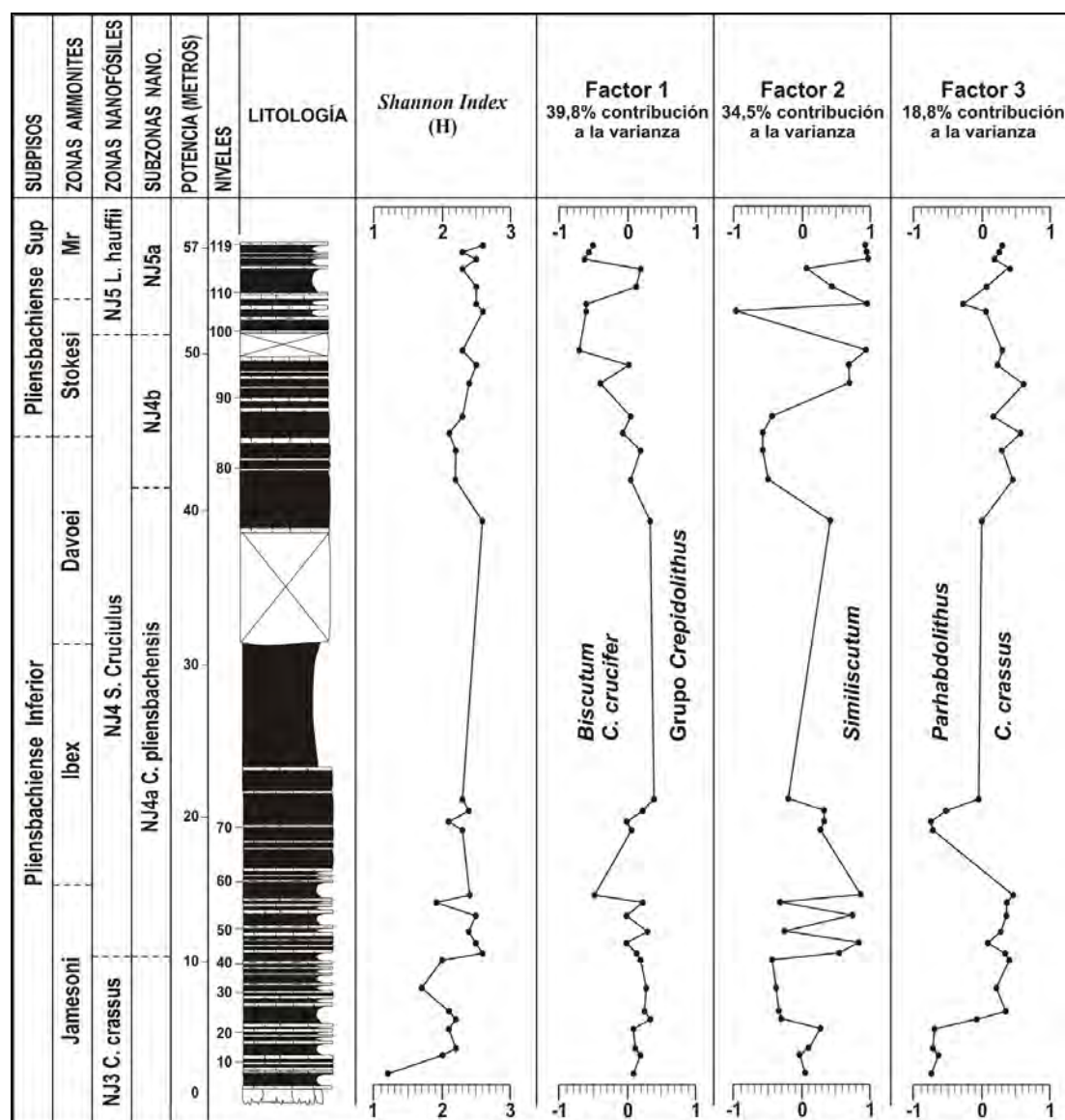
**Figure 10.5.-** Results of the PCA applied to the relative abundance of coccoliths in the Santotis section. The contribution to the variance of each factor extracted by PCA is also shown.

El primer factor contribuye un 39,8 % a la varianza total, y representa la oposición del grupo *Crepidolithus* (valores positivos) al género *Biscutum* y a la especie *C. crucifer* (valores negativos). El segundo factor presenta una contribución del 34,5%



y carga principalmente *Similiscutum* spp. (valores positivos). Por último, el tercer factor, con un 18,8% de la varianza total, muestra una carga significativa de la especie *C. crassus* (valores positivos) en oposición al género *Parhabdolithus* (valores negativos).

Los valores de los tres factores extraídos del PCA (Anexo 3, Tabla 6) y de H (Anexo 3, Tabla 5), se han representado junto a la sección estratigráfica (Fig. 10.6).



**Figura 10.6.-** Valores de los factores del PCA y de H representados junto a la sección estratigráfica de Santotis, y las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas de ammonites. Se han mostrado la contribución de cada factor a la varianza total y las especies más significativas que contribuyen a los factores.

**Figure 10.6.-** PCA scores and H values, plotted against the stratigraphic section, and the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones of the Santotis section. The contribution to the total variance of each factor and the most significant species contributing to the factors, are shown.

Cabe destacar que H fluctúa ligeramente a lo largo de toda la sección. El primer factor presenta valores en torno a 0 en el Pliensbachense Inferior, que van siendo progresivamente más negativos durante el Pliensbachense Superior. El segundo factor muestra importantes fluctuaciones a lo largo del intervalo estudiado, y el tercer factor alcanza los valores más altos en la Zona Jamesoni y en los niveles inferiores de la Zona Ibex.

### 10.2.3.- SECCIÓN DE CAMINO

#### 10.2.3.1.- Abundancias relativas

Treinta y tres de las ciento cuarenta muestras recogidas en la sección compuesta de Camino (Anexo 3, Tabla 7) fueron seleccionadas para llevar a cabo análisis cuantitativos sobre sus nanofósiles calcáreos. Todas ellas pertenecen a la sección 3CM, debido al mal estado de preservación que presentan las muestras de las secciones 1CM y 2CM. Dentro de 3CM, la selección se realizó teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos (Ver Figs. 7.4-7.5) y el espaciado entre ellas.

Los resultados obtenidos de los análisis cuantitativos revelan que los taxones *Schizosphaerella* sp., *C. jansae*, *P. I. liasicus*, *Crepidolithus* spp., *C. crassus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. crucifer*, *S. avitum*, *S. cruciulus*, *S. orbiculus*, *B. novum*, *B. finchii*, *B. grande* y *L. hauffii* constituyen más del 85% de las asociaciones de nanofósiles (Anexo 3, Tabla 8). Las especies pertenecientes a los géneros *Similiscutum* y *Biscutum* se han agrupado en *Similiscutum* spp. y *Biscutum* spp. Además, *Crepidolithus* spp., *Crepidolithus* sp. 1 y *C. crucifer* se han incluido en el grupo *Crepidolithus*.

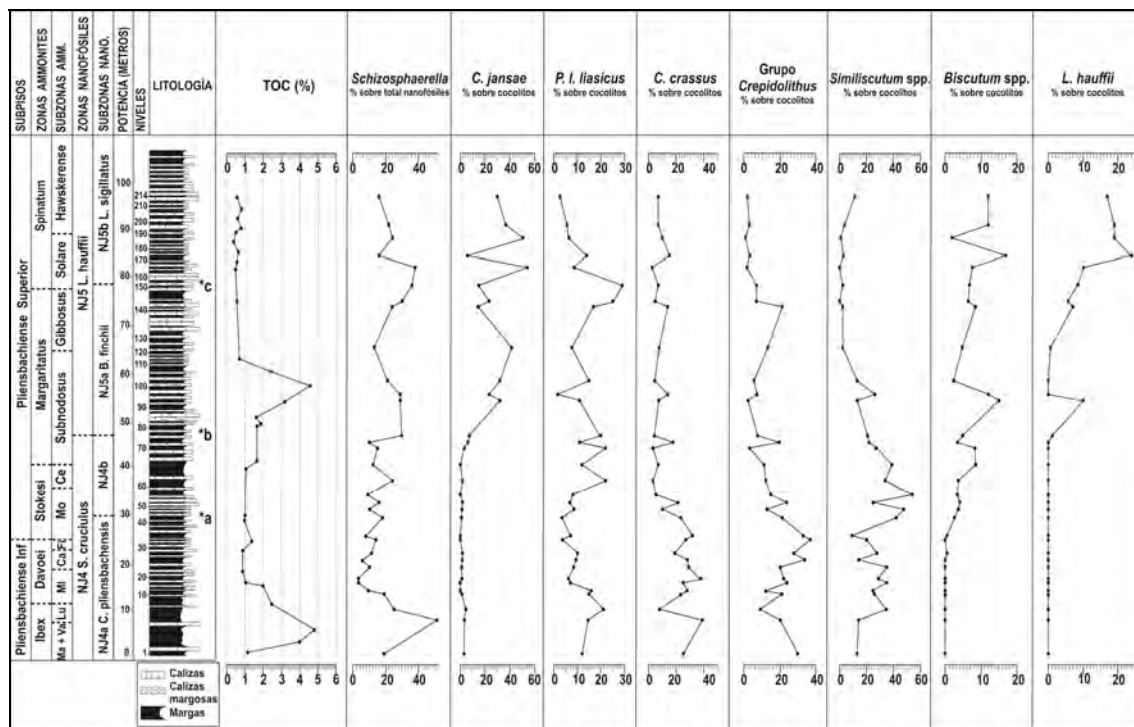
Los taxones *Schizosphaerella* sp., *P. I. liasicus*, *C. crassus*, *Similiscutum* spp. y el grupo *Crepidolithus*, dominan las asociaciones de la Zona Ibex (Fig. 10.7).

En la Zona Davoei, *C. crassus*, *Similiscutum* spp. y el grupo *Crepidolithus* son los principales contribuyentes a las asociaciones de nanofósiles. Cabe destacar que las abundancias de *Schizosphaerella* sp. y *P. I. liasicus*, disminuyen notablemente en esta zona, coincidiendo con valores relativamente bajos del TOC (Fig. 10.7).

En la Zona Stokesi se observa un notable aumento en la abundancia relativa del género *Similiscutum*, con valores por encima del 50%, que junto con *C. crassus* y el grupo *Crepidolithus* domina las asociaciones.

En la Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus, se observa un importante incremento en la abundancia de *C. jansae*, de valores en torno al 5% hasta el 40%. Durante esta zona, las asociaciones están representadas principalmente por *Schizosphaerella* sp., *C. jansae* y *Similiscutum* spp. y, en menor medida, por *P. I. liasicus*, *C. crassus* y el grupo *Crepidolithus*. Es importante destacar que en la Subzona Gibbosus se registra una disminución en la abundancia del género *Similiscutum* (Fig. 10.7).

Las asociaciones de la Zona Spinatum están dominadas por los taxones *Schizosphaerella* sp., *C. jansae*, *Biscutum* spp. y *L. hauffii*. Las abundancias relativas de *P. l. liasicus*, *C. crassus* y el grupo *Crepidolithus* disminuyen notablemente en esta zona (Fig. 10.7).



**Figura 10.7.-** Abundancias relativas (%) de los géneros y especies más abundantes de la sección 3CM de la sección compuesta de Camino representadas junto a la sección estratigráfica, las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites, y los valores del TOC (% en peso). \*a = FO de *B. novum*, \*b = FO de *L. hauffii*, \*c = FO de *L. sigillatus*. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

**Figure 10.7.-** Relative abundances (%) of the most abundant nannofossil genera and species of the 3CM section, belonging to the composite Camino section, plotted against the stratigraphic section, the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones and subzones, and the TOC (wt.%) values. \*a = FO of *B. novum*, \*b = FO of *L. hauffii*, \*c = FO of *L. sigillatus*. See Appendix 1 for abbreviations.

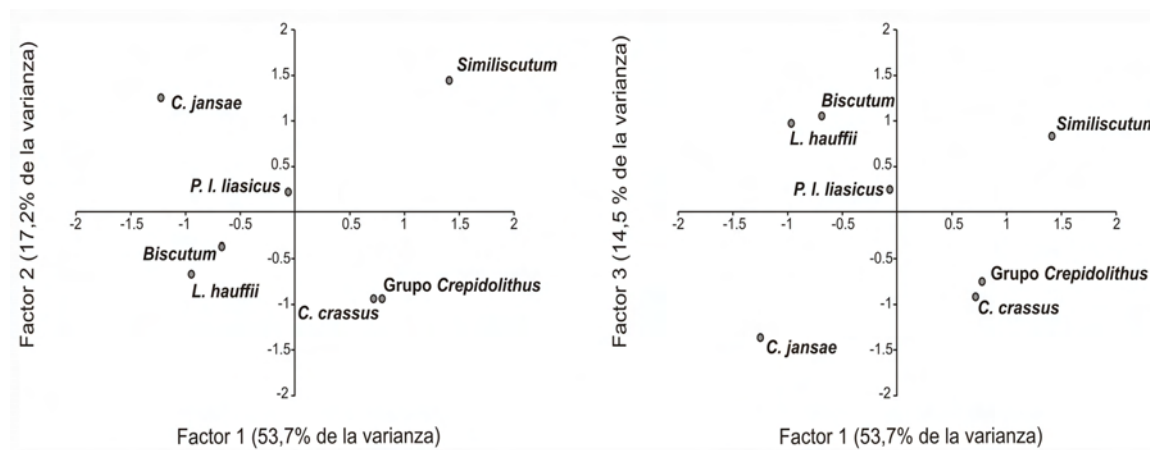
#### 10.2.3.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad

Los datos de las abundancias relativas de los géneros y especies de cocolitos representados en la Fig. 10.7 fueron introducidos en un PCA, a partir del cual se extrajeron tres factores principales que representan el 85% de la varianza total (Fig. 10.8).

El primer factor tiene una contribución del 53,7 % a la varianza total, y muestra una carga significativa del grupo *Crepidolithus* y del género *Similiscutum* (valores positivos). El segundo factor contribuye un 17,2%, y representa la oposición de *P. l.*



*liasicus* y *Similiscutum* spp. (valores positivos) al grupo *Crepidolithus* y a *C. crassus* (valores negativos). Por último, el tercer factor, con un 14,5% de la varianza total, tiene una carga significativa de *Biscutum* spp., *L. hauffii* y *P. l. liasicus* (valores positivos) en oposición a la especie *C. jansae* (valores negativos).



**Figura 10.8.-** Resultados del PCA aplicado a las abundancias relativas de los cocolitos de la sección de Camino (sección 3CM). Se ha mostrado también la contribución de cada factor.

**Figure 10.8.-** Results of the PCA applied to the relative abundance of coccoliths in the Camino section (3CM section). The contribution to the variance of each factor extracted by PCA is also shown.

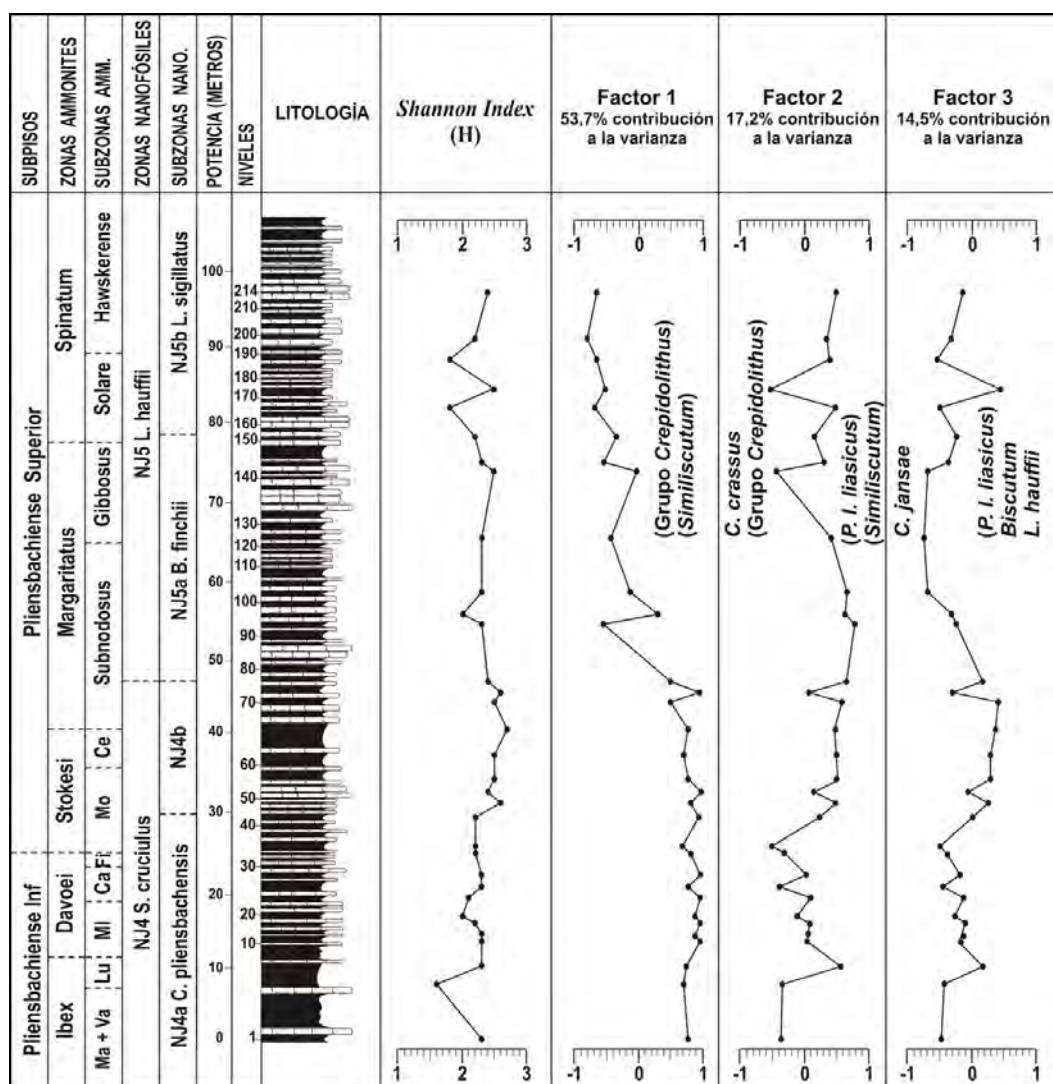
Los valores de los tres factores extraídos del PCA (Anexo 3, Tabla 9) y de H (Anexo 3, Tabla 8), se han representado junto a la sección estratigráfica (Fig. 10.9).

H fluctúa ligeramente a lo largo de toda la sección. El primer factor presenta valores elevados, en torno a 1, hasta el límite entre las zonas de nanofósiles NJ4/NJ5, a partir del cual disminuyen drásticamente, aproximándose a -1. El segundo factor muestra ligeras fluctuaciones a lo largo de la sección, teniendo valores más altos en el Pliensbachense Superior. El tercer factor presenta un comportamiento muy similar al segundo factor en las muestras correspondientes a la Zona NJ4, mientras que en la Zona NJ5 ambas muestran valores opuestos.

#### 10.2.4.- SECCIÓN DE SAN ANDRÉS

##### 10.2.4.1.- Abundancias relativas

Treinta y nueve de las ciento setenta y seis muestras recogidas en la sección compuesta de San Andrés (Anexo 3, Tabla 10) fueron seleccionadas para realizar los análisis cuantitativos sobre sus nanofósiles. Para la selección de las muestras, se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos de los análisis semicuantitativos (Ver Figs. 7.6-7.7) y el espaciado entre ellas.



**Figura 10.9.-** Valores de los factores del PCA y de H representados junto a la sección estratigráfica de Camino (sección 3CM), y las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites. Se han mostrado la contribución de cada factor a la varianza total y las especies más significativas que contribuyen a los factores.

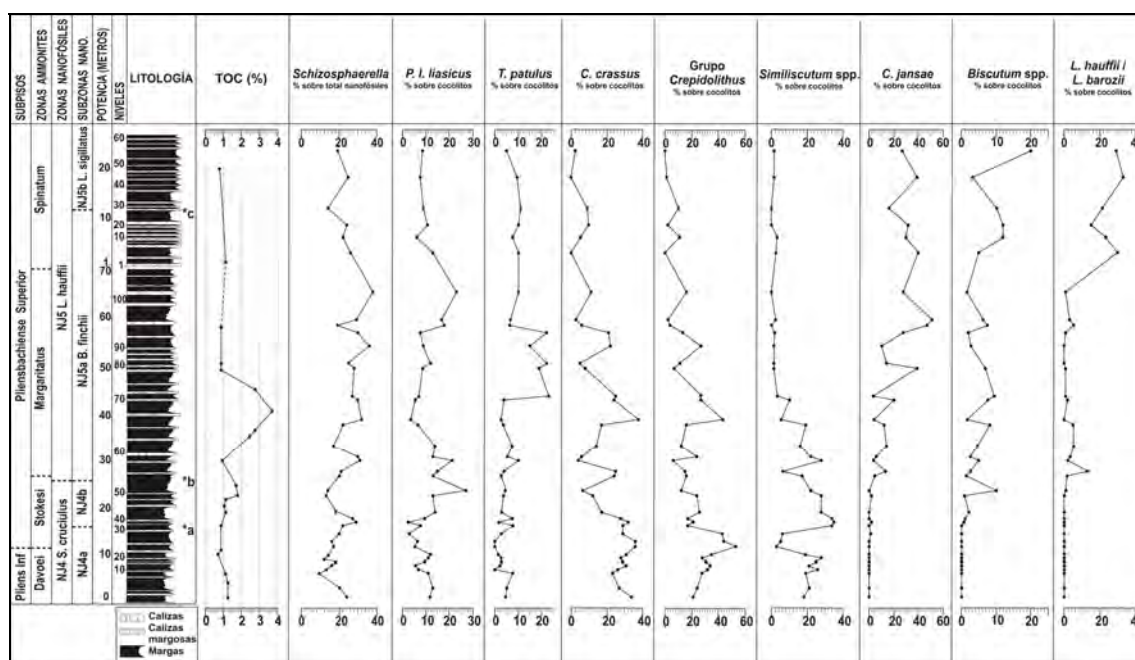
**Figure 10.9.-** PCA scores and H values, plotted against the stratigraphic section, and the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones and subzones of the Camino section (3CM section). The contribution to the total variance of each factor and the most significant species contributing to the total variance of each factor, are shown.

Los análisis cuantitativos muestran que ciertos taxones, como *Schizosphaerella* sp., *P. I. liasicus*, *T. patulus*, *Crepidolithus* spp., *C. crassus*, *Crepidolithus* sp. 1, *C. crucifer*, *S. avitum*, *S. cruciulus*, *S. orbiculus*, *C. jansae*, *B. grande*, *B. novum*, *B. finchii*, *L. barozii* y *L. hauffii* contribuyen más del 85% a las asociaciones de nanofósiles (Anexo 3, Tabla 11). Las especies pertenecientes a los géneros *Similiscutum* y *Biscutum* se han agrupado en *Similiscutum* spp. y *Biscutum* spp., respectivamente, y *Crepidolithus* spp., *Crepidolithus* sp. 1 y *C. crucifer* se han incluido en el grupo

*Crepidolithus*. Además, se agruparon *L. hauffii* y *L. barozii*, ya que ambas especies son comunes y presentan picos de abundancia en las mismas muestras.

Los taxones *C. crassus*, *Similiscutum* spp. y el grupo *Crepidolithus*, dominan las asociaciones de la Zona Davoei (Fig. 10.10).

Ligeramente por encima del límite entre las zonas Davoei/Stokesi, se observa un aumento en la abundancia relativa del grupo *Crepidolithus*, coincidiendo con una disminución del género *Similiscutum*. La porción superior de la Zona Stokesi está dominada por *Schizosphaerella* sp., *P. I. liasicus*, *C. crassus*, *Similiscutum* spp. y el grupo *Crepidolithus* (Fig. 10.10).



**Figura 10.10.-** Abundancias relativas (%) de los géneros y especies más abundantes de la sección compuesta de San Andrés representadas junto a la sección estratigráfica, las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas de ammonites, y los valores del TOC (% en peso). \*a = FO de *B. novum*, \*b = FO de *L. hauffii*, \*c = FO de *L. sigillatus*.

**Figure 10.10.-** Relative abundances (%) of the most abundant nannofossil genera and species of the composite San Andrés section, plotted against the stratigraphic section, the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones, and the TOC (wt.%) values. \*a = FO of *B. novum*, \*b = FO of *L. hauffii*, \*c = FO of *L. sigillatus*.

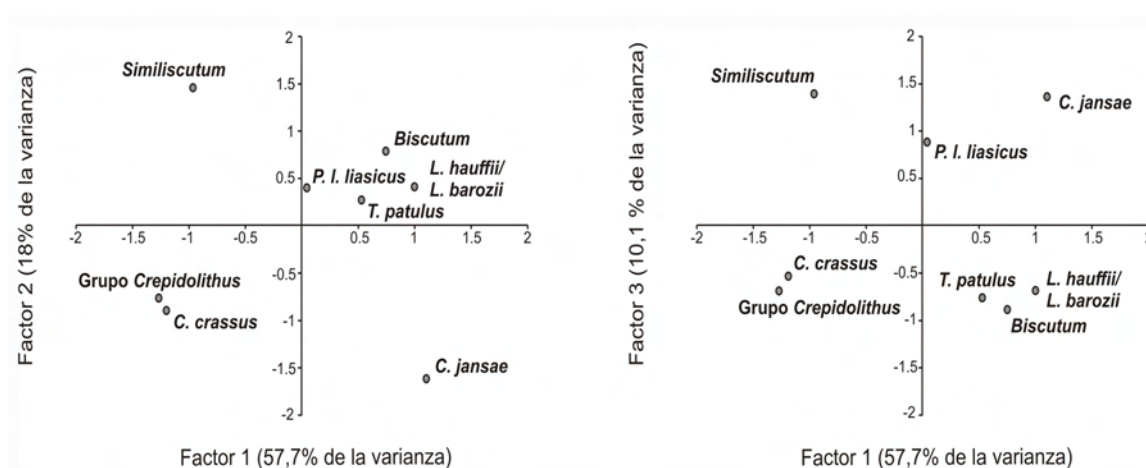
El primer cambio significativo en las asociaciones de nanofósiles calcáreos se registra en la Zona Margaritatus. La porción inferior de esta zona está representada principalmente por *Schizosphaerella* sp., *P. I. liasicus*, *C. crassus*, *Similiscutum* spp. y el grupo *Crepidolithus*, al igual que ocurre en el Zona Stokesi. Sin embargo, la porción superior de esta zona está dominada por *Schizosphaerella* sp., *P. I. liasicus*, *T. patulus*, *C. jansae* y *Biscutum* spp (Fig. 10.10). De esta información se deduce que durante la Zona Margaritatus tiene lugar una disminución en la abundancia de *P. I. liasicus* y de las especies pertenecientes al género *Crepidolithus*.

Por último, los taxones *Schizosphaerella* sp., *C. jansae*, *Biscutum* spp. y *L. hauffii*/*L. barozii*, son los principales constituyentes de las asociaciones de nanofósiles de la Zona Spinatum. Las abundancias relativas de *P. I. liasicus*, *C. crassus* y el grupo *Crepidolithus* continúan disminuyendo a lo largo de esta zona (Fig. 10.10).

Es importante destacar que todas las curvas de abundancia mostradas en la Fig. 10.10 presentan importantes fluctuaciones a lo largo de la sección.

#### 10.2.4.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad

Las abundancias relativas de los géneros y especies de cocolitos más abundantes de la sección de San Andrés (Fig. 10.10), fueron introducidas en un PCA. A partir del mismo, se extrajeron tres factores principales que constituyen un 85% de la varianza total (Fig. 10.11).



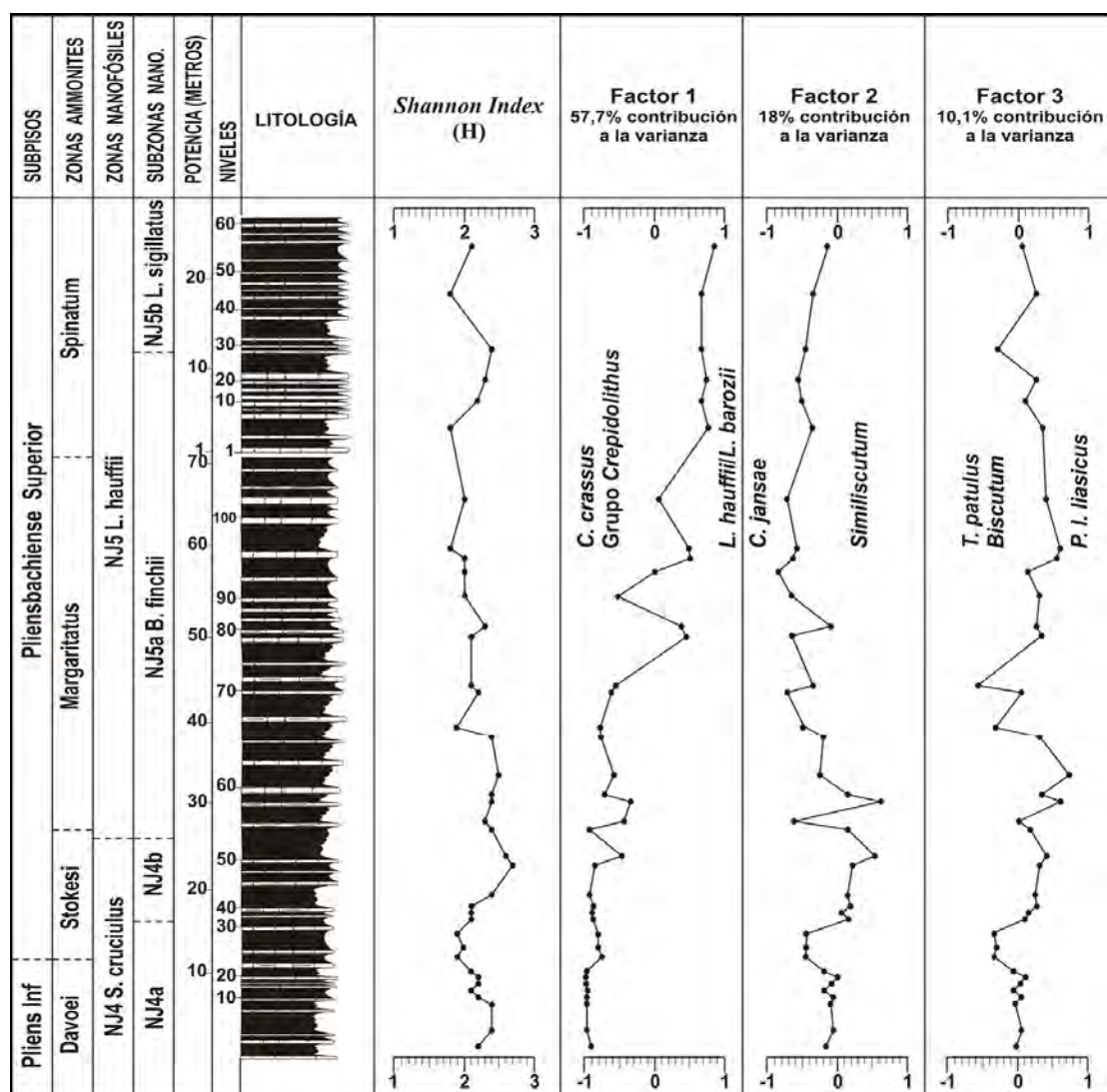
**Figura 10.11.-** Resultados del PCA aplicado a las abundancias relativas de los cocolitos de la sección compuesta de San Andrés. Se ha mostrado también la contribución de cada factor.

**Figure 10.11.-** Results of the PCA applied to the relative abundance of coccoliths in the composite San Andrés section. The contribution to the variance of each factor extracted by PCA is also shown.

El primer factor contribuye un 57,7 % a la varianza total, y representa la oposición del grupo *Crepidolithus* y de la especie *C. crassus* (valores positivos) a *L. hauffii*/*L. barozii* (valores negativos). El segundo factor presenta una contribución del 18%, y tiene una carga significativa del género *Similiscutum* (valores positivos) en oposición a la especie *C. jansae* (valores negativos). Por último, el tercer factor, con un 10,1% de la varianza total, carga la especie *P. I. liasicus* (valores positivos) en oposición a *T. patulus* y al género *Biscutum* (valores negativos).

Los valores de los tres factores extraídos del PCA (Anexo 3, Tabla 12) y de H (Anexo 3, Tabla 11), se han representado junto a la sección estratigráfica (Fig. 10.12).





**Figura 10.12.-** Valores de los factores del PCA y de H representados junto a la sección estratigráfica compuesta de San Andrés, y las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas de ammonites. Se han mostrado también la contribución de cada factor a la varianza total y las especies más significativas que contribuyen a los factores.

**Figure 10.12.-** PCA scores and H values, plotted against the stratigraphic section, and the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones of the composite San Andrés section. The contribution to the total variance of each factor and the most significant species contributing to the total variance of each factor, are shown.

H fluctúa ligeramente a lo largo de toda la sección. El primer factor presenta valores por debajo de 0, hasta los niveles superiores de la Zona Margaritatus, a partir de los cuales éstos aumentan progresivamente hacia valores más positivos. El segundo factor muestra importantes fluctuaciones a lo largo de la sección, presentando valores positivos en la Zona Stokesi, que disminuyen notablemente en la Zona Margaritatus, para volver a recuperarse durante la Zona Spinatum. El tercer factor fluctúa alrededor de 0 a lo largo de la sección. Los factores 2 y 3 tienen comportamientos muy similares, especialmente en las zonas Davoei y Stokesi.

## 10.2.5.- SECCIÓN DE E RODILES

### 10.2.5.1.- Abundancias relativas

Cincuenta y dos de las ciento veintinueve muestras recogidas en la sección de E Rodiles (Anexo 3, Tabla 13) fueron seleccionadas para llevar a cabo estos análisis cuantitativos. Se excluyeron todas las muestras pertenecientes al Sinemuriense Superior, excepto tres (Ver Figs. 7.8-7.9), debido a su mal estado de preservación.

Los resultados obtenidos de los análisis cuantitativos revelan que los taxones *Schizosphaerella* sp., *P. l. distinctus*, *P. l. liasicus*, *Crepidolithus* spp., *C. crassus*, *C. jansae*, *T. patulus*, *Parhabdolithus* spp., *M. elegans*, *C. crucifer*, *S. cruciulus*, *S. avitum* y *L. hauffii* constituyen más del 80% de las asociaciones de nanofósiles (Anexo 3, Tabla 14). Las especies pertenecientes a los géneros *Parhabdolithus* y *Similiscutum* se han agrupado en *Parhabdolithus* spp. y *Similiscutum* spp. y, además, *Crepidolithus* spp. y *C. crucifer* se han incluido en el grupo *Crepidolithus*.

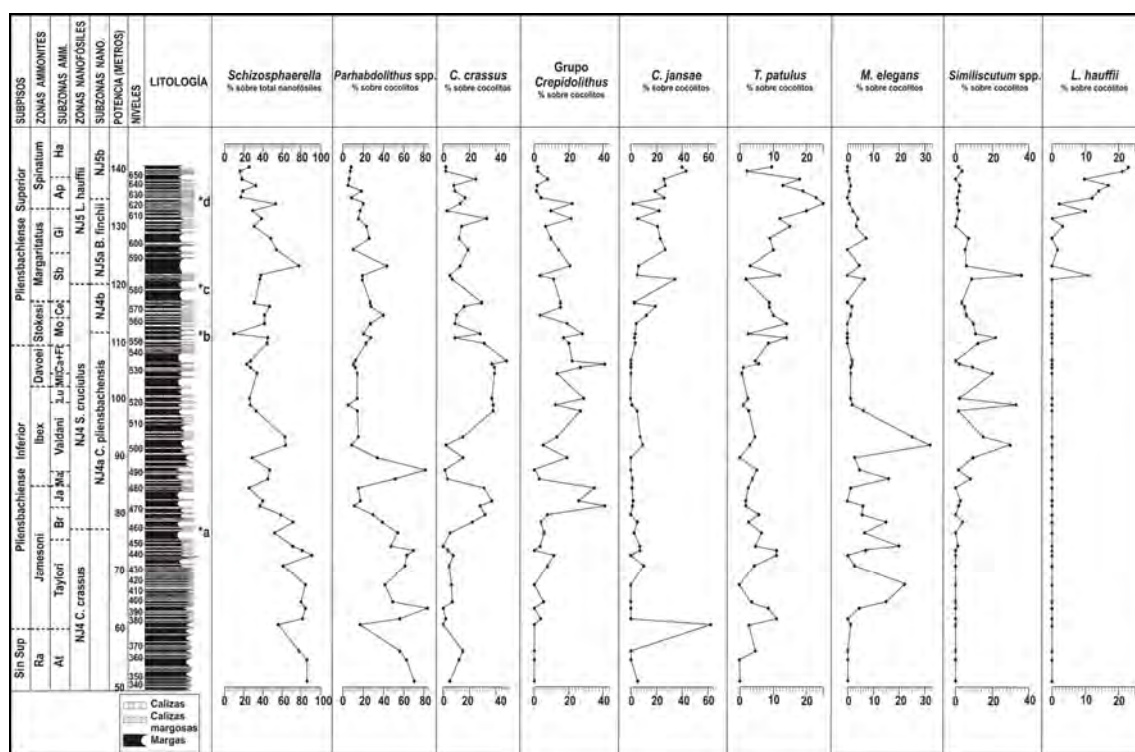
*Schizosphaerella* sp., *Parhabdolithus* spp. y *C. crassus*, dominan las asociaciones de la Zona Raricostatum (Fig. 10.13), al igual que ocurre en la Zona Jamesoni, subzonas Taylori y Brevispina. Sin embargo, en la Subzona Jamesoni disminuye notablemente la abundancia de *Schizosphaerella* sp. y *Parhabdolithus* spp., aumentando la proporción del género *Crepidolithus*.

En la Zona Ibex se observa una disminución en las abundancias relativas de *Schizosphaerella* sp. y *Parhabdolithus* spp., coincidiendo con un aumento en la proporción de los géneros *Crepidolithus*, *Similiscutum* y la especie *M. elegans*. *Schizosphaerella* sp., *C. crassus* y el grupo *Crepidolithus* dominan las asociaciones de la Zona Davoei, en la que los géneros *Parhabdolithus* y *Similiscutum*, y la especie *M. elegans* son menos abundantes. La abundancia relativa de *Similiscutum* spp. disminuye de manera notable durante la Zona Margaritatus. Por último, las abundancias relativas de *P. l. liasicus*, *C. crassus* y el grupo *Crepidolithus* disminuyen progresivamente a lo largo de Zona Spinatum (Fig. 10.13).

### 10.2.5.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad

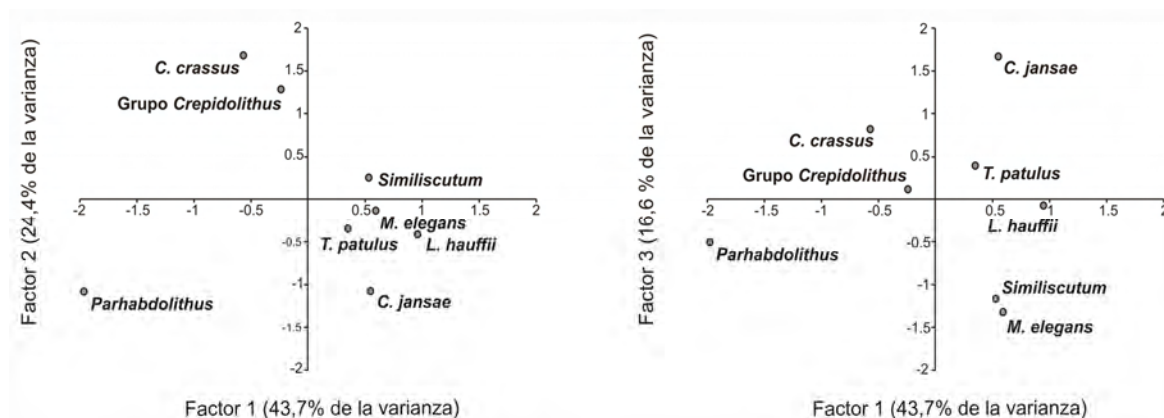
Los valores de las abundancias relativas de los géneros y especies de cocolitos representados en la Fig. 10.13, fueron introducidos en un PCA, del se extrajeron tres factores principales que constituyen un 85% de la varianza total (Fig. 10.14).

El primer factor contribuye un 43,7 % a la varianza total, y representa la oposición de la especie *L. hauffii* (valores positivos) al género *Parhabdolithus* (valores negativos). El segundo factor presenta una contribución del 24,4%, y tiene una carga significativa del género *Crepidolithus* (valores positivos). El tercer factor, representa un 16,6% de la varianza total, y carga las especies *T. patulus* y *C. jansae* (valores positivos) en oposición a *M. elegans* y *Similiscutum* (valores negativos).



**Figura 10.13.-** Abundancias relativas (%) de los géneros y especies más abundantes de la sección de E Rodiles representadas junto a la columna estratigráfica, las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites, y los valores del TOC (% en peso). \*a = FO de *S. cruciulus*, \*b = FO de *B. novum*, \*c = FO de *L. hauffii*, \*d = FO de *L. sigillatus*. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

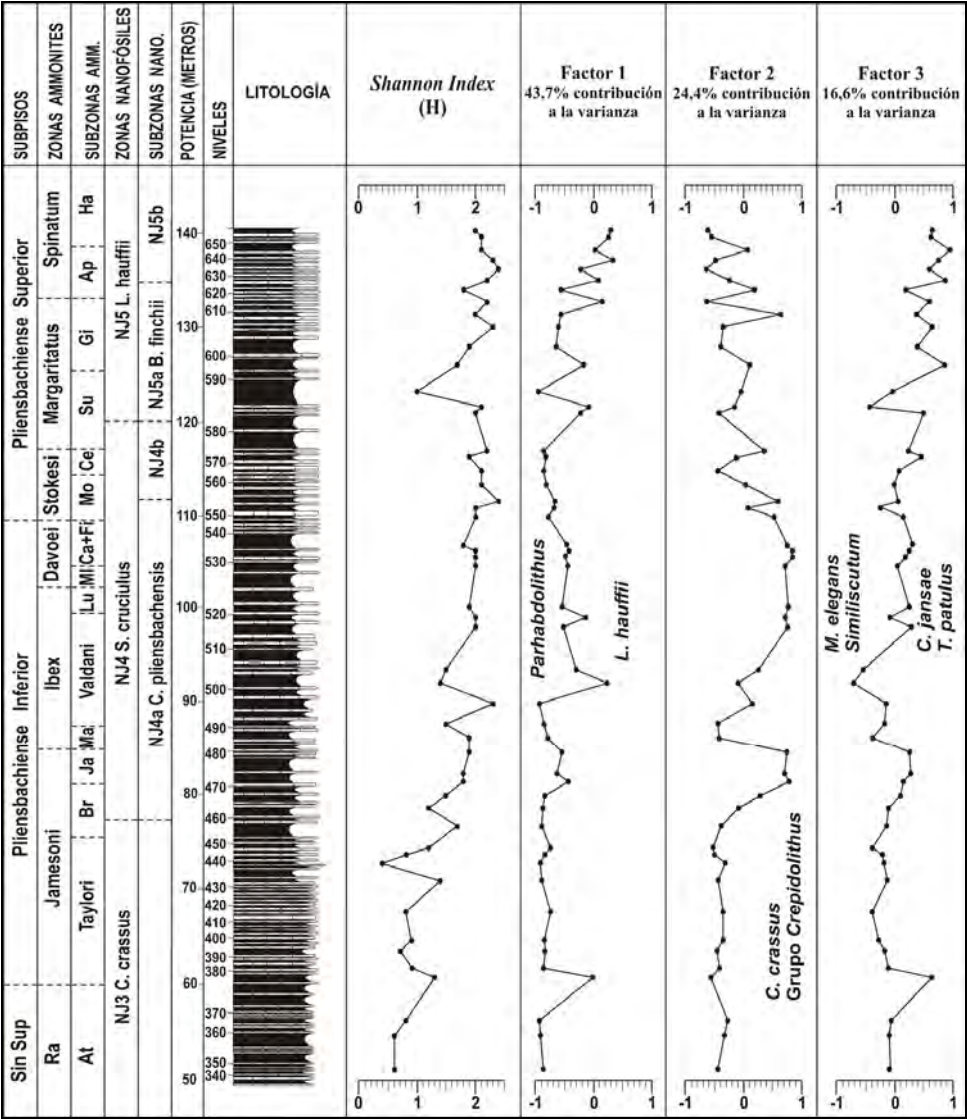
**Figure 10.13.-** Relative abundances (%) of the most abundant nannofossil genera and species of the E Rodiles section, plotted against the stratigraphic column, the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones, and the TOC (wt.%) values. \*a = FO of *S. cruciulus*, \*b = FO of *B. novum*, \*c = FO of *L. hauffii*, \*d = FO of *L. sigillatus*. See Appendix 1 for abbreviations.



**Figura 10.14.-** Resultados del PCA aplicado a las abundancias relativas de los cocolitos de la sección de E Rodiles. Se ha mostrado también la contribución de cada factor.

**Figure 10.14.-** Results of the PCA applied to the relative abundance of coccoliths in the E Rodiles section. The contribution to the variance of each factor extracted by PCA is also shown.

Los valores de los tres factores extraídos del PCA (Anexo 3, Tabla 15) y de H (Anexo 3, Tabla 14), se han representado junto a la sección (Fig. 10.15).



**Figura 10.15.-** Valores de los factores del PCA y de H representados junto a la sección estratigráfica de E Rodiles, y las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites. Se han mostrado la contribución de cada factor a la varianza total y las especies más significativas que contribuyen a los factores.

**Figure 10.15.-** PCA scores and H values, plotted against the stratigraphic section, and the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones and subzones of the E Rodiles section. The contribution to the total variance of each factor and the most significant species contributing to the factors, are shown.

H aumenta progresivamente a lo largo de toda la sección, desde valores por debajo de 1 hasta alcanzar más de 2. El primer factor presenta valores por debajo de 0, hasta la Zona Spinatum, donde éstos aumentan progresivamente hacia valores más positivos. El segundo factor fluctúa a lo largo de la sección, presentando valores más



elevados en las zonas Ibex, Davoei y Stokesi. Por último, el tercer factor oscila alrededor de 0 desde la base de la sección hasta la Zona Ibex, Subzona Valdani, a partir de la cual los valores aumentan progresivamente.

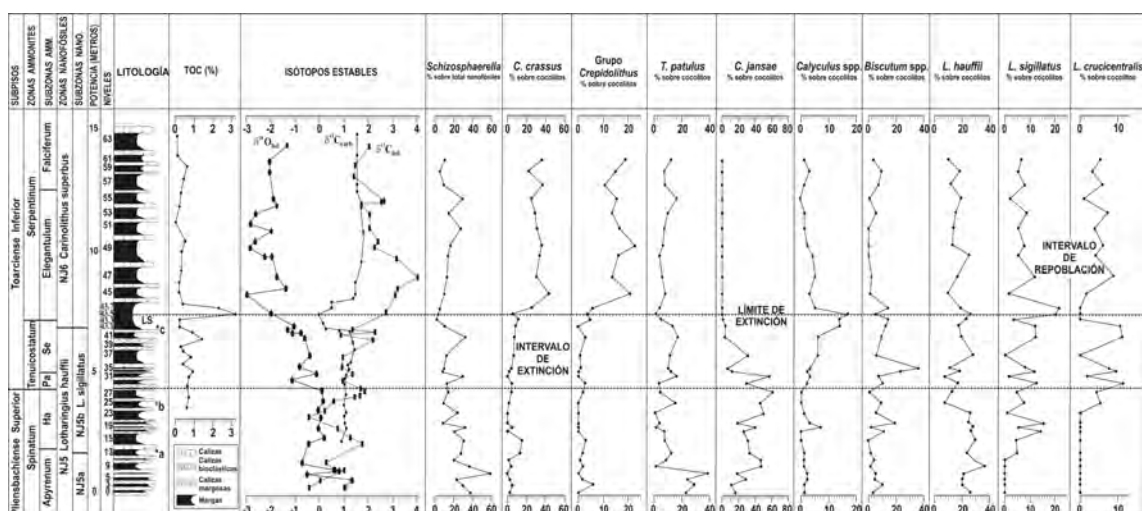
#### 10.2.6.- SECCIÓN DE O RODILES

##### 10.2.6.1.- Abundancias relativas

Las treinta y cuatro muestras recogidas en la sección de O Rodiles (Anexo 3, Tabla 16) fueron seleccionadas para realizar análisis cuantitativos sobre sus nanofósiles calcáreos, considerando su buen estado de preservación y la elevada abundancia y diversidad de sus asociaciones (Ver Fig. 7.10). Además, esta sección cuenta con datos geoquímicos muy precisos (TOC,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{bel}}$  y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bel}}$ ) realizados sobre muestras y belemnites procedentes de los mismos niveles que fueron muestreados en esta Tesis Doctoral (GÓMEZ *et al.*, 2008). La comparación de estos datos geoquímicos con los resultados obtenidos de los análisis cuantitativos sobre los nanofósiles, ha permitido determinar cómo afectaron las condiciones paleoecológicas registradas durante el evento de extinción masiva del Toarciense Inferior, a las asociaciones de nanoplacton.

Los resultados obtenidos de los análisis cuantitativos revelan que los taxones *Schizosphaerella* sp., *C. jansae*, *T. patulus*, *C. crassus*, *Calyculus* spp., *B. novum*, *B. finchii*, *L. hauffii*, *B. grande*, *Crepidolithus* spp., *C. crucifer*, *L. sigillatus* y *L. crucicentralis* representan más del 80% de las asociaciones de nanofósiles (Anexo 3, Tabla 17). Las especies pertenecientes al género *Biscutum* se han agrupado en *Biscutum* spp. De la misma manera, *Crepidolithus* spp. y *C. crucifer* se han incluido en el grupo *Crepidolithus*, al presentar picos de abundancia en las mismas muestras.

Durante el límite Pliensbachiense Superior/Toarciense Inferior, antes del límite de extinción, las asociaciones de nanofósiles están dominadas por *Schizosphaerella* sp., *T. patulus*, *C. jansae*, *Biscutum* spp. y *Lotharingius* spp. (Fig. 10.16). Durante el intervalo de extinción, se registra una disminución progresiva de las abundancias relativas de *Schizosphaerella* sp. y *C. jansae*, coincidiendo con un aumento progresivo de las temperaturas (curva del  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bel}}$ ), es decir, las mínimas abundancias coinciden con las altas temperaturas, los valores de TOC más altos y la excursión negativa del C. (Fig. 10.16). Alrededor del límite de extinción, se observa un pico en las abundancias de *Calyculus* spp. y *Lotharingius* spp. En dicho límite, se extingue la especie *C. jansae* y las abundancias de *Calyculus* spp. y *Biscutum* spp. disminuyen drásticamente, de manera que sólo se identifican especímenes aislados de estos géneros, y las asociaciones de nanofósiles están dominadas por *C. crassus*, que es la especie más abundante del género *Crepidolithus*. Después de este límite, durante el intervalo de repoblación, *Crepidolithus* spp. muestra las abundancias más altas. Es importante mencionar que la abundancia relativa del género *Lotharingius* muestra importantes fluctuaciones a lo largo de la sección (Fig. 10.16).



**Figura 10.16.-** Abundancias relativas (%) de los géneros y especies más abundantes de la sección de O Rodiles representadas junto a la sección estratigráfica, las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites, y los valores del TOC (% en peso) y de los isótopos estables  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{bel}}$  y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bel}}$  de GÓMEZ *et al.* (2008). \*a = FO of *L. sigillatus*, \*b = FO of *L. crucicentralis*, \*c = FO of *C. superbus*. Para conocer el significado de las abreviaturas, ver Anexo 1.

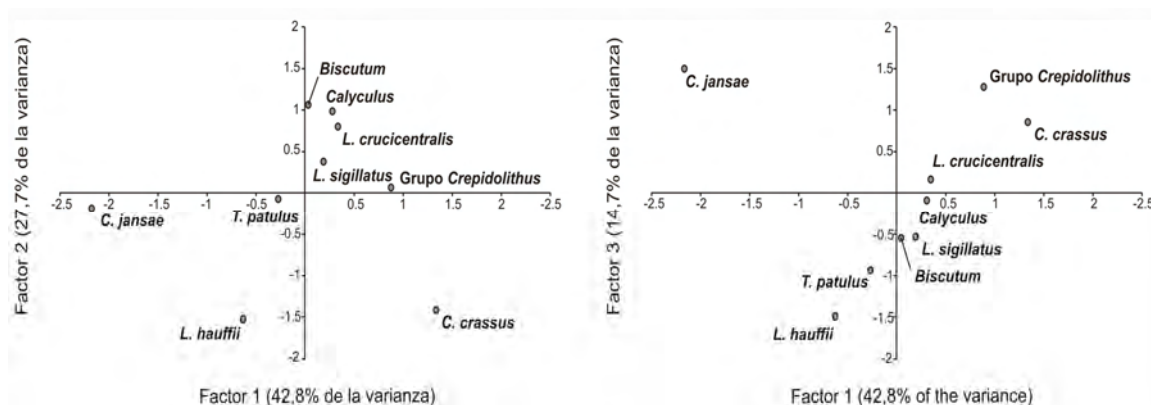
**Figure 10.16.-** Relative abundances (%) of the most abundant nannofossil genera and species of the W Rodiles section, plotted against the stratigraphic section, the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones and subzones, and the TOC (wt.%) values and the isotopic data  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{bel}}$  y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bel}}$ , which are after GÓMEZ *et al.* (2008) \*a = FO of *L. sigillatus*, \*b = FO of *L. crucicentralis*, \*c = FO of *C. superbus*. See Appendix 1 for abbreviations.

#### 10.2.6.2.- Resultados del PCA e Índice de diversidad

Las abundancias relativas de los géneros y especies más abundantes de la sección de O Rodiles (Fig. 10.16), han sido introducidas en un PCA. A partir del mismo, se extrajeron tres factores principales, que representan más del 85% de la varianza total (Fig. 10.17).

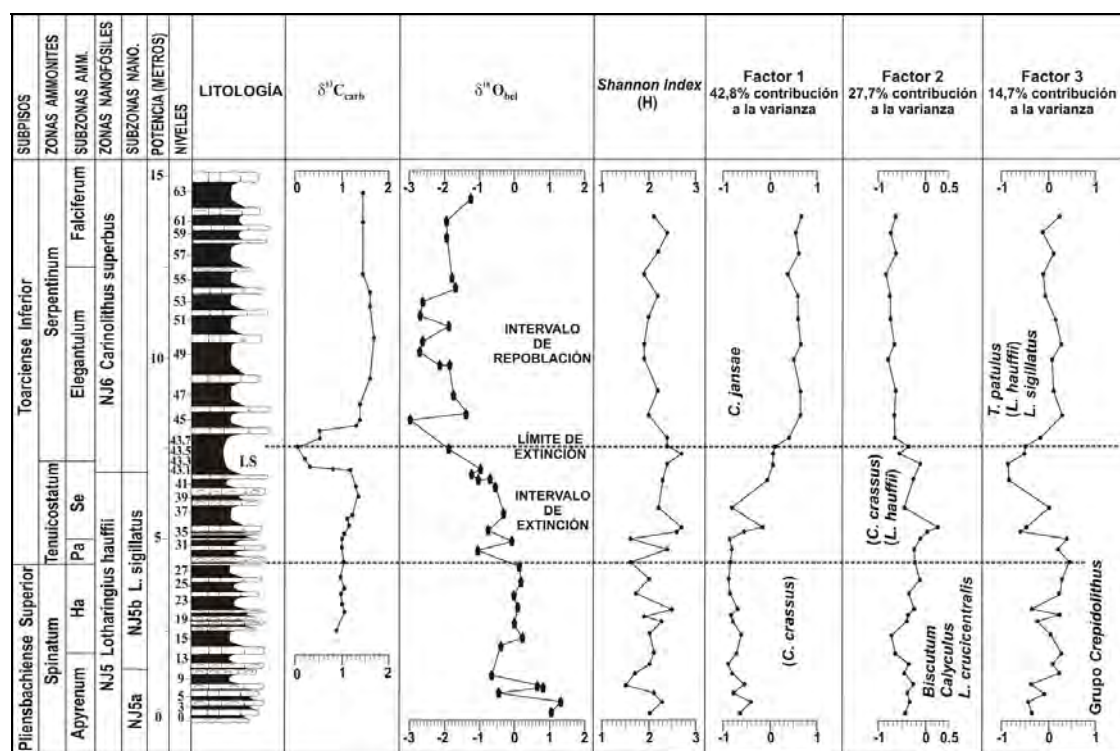
El primer factor contribuye un 42,8 % a la varianza total, y representa la oposición de la especie *C. crassus* (valores positivos) a la especie *C. jansae* (valores negativos). El segundo factor presenta una contribución del 27,7%, y tiene una carga significativa de los géneros *Biscutum* y *Calyculus*, y de la especie *L. crucicentralis* (valores positivos). El tercer factor, representa un 14,7% de la varianza total, y carga el grupo *Crepidolithus* (valores positivos) en oposición a los especies *T. patulus*, *L. hauffii* y *L. sigillatus* (valores negativos).

Los valores de los tres factores extraídos del PCA (Anexo 3, Tabla 18) y de H (Anexo 3, Tabla 17), se han representado junto a la sección estratigráfica de O Rodiles y las curvas de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bel}}$  (Fig. 10.18).



**Figura 10.17.-** Resultados del PCA aplicado a las abundancias relativas de los cocolitos de la sección de O Rodiles. Se ha mostrado también la contribución de cada factor.

**Figure 10.17.-** Results of the PCA applied to the relative abundance of coccoliths in the W Rodiles section. The contribution to the variance of each factor extracted by PCA is also shown.



**Figura 10.18.-** Valores de los factores del PCA y de H representados junto a la sección estratigráfica de O Rodiles, las zonas y subzonas de nanofósiles calibradas respecto a las zonas y subzonas de ammonites, y los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{be}}$  de GÓMEZ et al. (2008). Se han mostrado la contribución de cada factor a la varianza total y las especies más significativas que contribuyen a los factores.

**Figure 10.18.-** PCA scores and H values, plotted against the stratigraphic section, the calcareous nannofossil zones and subzones calibrated to the ammonite zones and subzones of the W Rodiles section, and the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{be}}$  values which are after GÓMEZ et al. (2008). The contribution to the total variance of each factor and the most significant species contributing to the total variance of each factor, are shown.

Es importante destacar que H es especialmente alto durante el intervalo de extinción, coincidiendo con la excursión negativa del C ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ), aunque fluctúa a lo largo de la sección. El primer factor del PCA muestra un aumento progresivo hacia valores más positivos, antes del intervalo de extinción. Sin embargo, el segundo factor fluctuaciones importantes en sus valores, que son especialmente bajos después del límite de extinción. Por último, el tercer factor tiene valores altos antes del intervalo de extinción, que disminuyen durante dicho intervalo, recuperándose nuevamente después del límite de extinción.

### 10.3.- DISCUSIÓN

#### 10.3.1.- AFINIDADES PALEOECOLÓGICAS DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS

En las secciones estudiadas en esta Tesis Doctoral, el nanolito *Schizosphaerella* sp. es el principal componente de los carbonatos pelágicos. Las afinidades ecológicas de este taxón se encuentran todavía en situación de debate. Algunos autores (CLAPS *et al.*, 1995; COBIANCHI & PICOTTI, 2001; PITTET & MATTIOLI, 2002; BOUR *et al.*, 2007; AGUADO *et al.*, 2008; MATTIOLI *et al.*, 2008; MAILLIOT *et al.*, 2009; REGGIANI *et al.*, 2010b) sugirieron que *Schizosphaerella* sp. habitaba en aguas someras y proliferaba bajo condiciones oligotróficas, en las capas más superficiales. MATTIOLI (1997), WALSWORTH-BELL (2001) y MATTIOLI & PITTET (2004), interpretaron que *Schizosphaerella* sp. era más abundante durante períodos de aportes esporádicos de nutrientes relacionados con condiciones inestables en las aguas superficiales. Finalmente, ERBA (2004) y TREMOLADA *et al.* (2005) argumentaron que este taxon probablemente vivía en zonas más profundas.

Respecto a los cocolitos identificados en este trabajo, y dentro del grupo de los loxolitos, WALSWORTH-BELL *et al.* (2000) y WALSWORTH-BELL (2001) sugirieron que *C. crassus* era una especie oportunista, teniendo en cuenta su elevada abundancia relativa en las margas ricas en carbonatos, en las que esta especie representa más del 50% de las asociaciones de nanofósiles. Sin embargo, MATTIOLI & PITTET (2004) interpretaron que, al igual que *Schizosphaerella* sp., *C. crassus* proliferaba bajo condiciones inestables en las aguas superficiales, probablemente vinculadas con tormentas. Trabajos recientes han sugerido que *C. crassus* tenía preferencias por las aguas profundas (BOUR *et al.*, 2007; MATTIOLI *et al.*, 2008), y era más abundante durante periodos de intensa mezcla vertical de la columna de agua. AGUADO *et al.* (2008) sugirieron que *C. crassus* tendría afinidades por condiciones de oligotrofia. MATTIOLI *et al.* (2008) infirieron que *C. crassus*, al contrario que la especie *C. jansae*, podría haber tenido preferencias por el margen NO del Tethys. REGGIANI *et al.* (2010b) propusieron que los cocolitos robustos de la especie *C. crassus* podrían refractar la luz en la célula y así vivir en aguas más profundas. Recientemente, FRAGUAS & ERBA (*in litt.*) sugirieron que probablemente *C. crucifer* proliferaba en aguas más profundas que *C. crassus*.

MATTIOLI & PITTET (2004) interpretaron que el protolito *C. jansae* era una especie con preferencias por las aguas profundas. Sin embargo, ERBA (2004) y TREMOLADA *et al.* (2005) sugirieron que este taxon habitaba en las capas intermedias de la zona fótica. Por otro lado, BOWN (1987b), BOWN & COOPER (1998), MATTIOLI *et al.* (2008) y REGGIANI *et al.* (2010b) encontraron las abundancias relativas más altas de *C. jansae* en el margen SO del Dominio del Tethys.

Dentro de los placolitos radiados, las especies del género *Similiscutum* son consideradas meso-eutróficas, proliferando en condiciones de altas concentraciones de nutrientes (REGGIANI *et al.*, 2010b).

BUCEFALO PALLIANI & MATTIOLI (1995) y ERBA (2004) interpretaron que los especímenes del género *Calyculus* proliferaba en aguas de intermedias a profundas. Sin embargo, MATTIOLI *et al.* (2008) sugirieron que este género tenía preferencia por las aguas someras, y estaba adaptado a vivir cerca de la superficie de estratificación de las aguas.

Las especies pertenecientes al género *Biscutum* han sido interpretadas como taxones someros, especialmente abundantes durante periodos de aportes de nutrientes desde los continentes a la parte superior de la zona fótica (TREMOLADA *et al.*, 2005; ERBA, 2004). Las especies *B. finchii* y *B. novum* han sido consideradas como meso-eutróficas (BUCEFALO PALLIANI & MATTIOLI, 1995; BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 2002; MATTIOLI & PITTET, 2004; AGUADO *et al.*, 2008). TREMOLADA *et al.* (2006) sugirieron que las especies del género *Biscutum* tenían preferencia por las aguas frías.

Algunos autores (MATTIOLI & PITTET, 2004; TREMOLADA *et al.*, 2005) propusieron que el género de placolitos imbricados *Lotharingius* tenía afinidades ecológicas similares a las de *Biscutum*, y lo interpretaron como un género meso-eutrófico. Además, MATTIOLI *et al.* (2008) infirieron que las especies del género *Lotharingius* probablemente habitaban en zonas someras.

#### 10.3.2.- ASOCIACIONES DE NANOFÓSILES DURANTE EL PLIENSBACHIENSE INFERIOR

En la Cuenca Vasco-Cantábrica, las temperaturas durante el Pliensbachense Inferior eran templadas, con un valor medio de aproximadamente 17,9°C (ROSALES *et al.*, 2003, 2004a). Los datos obtenidos del análisis del  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bulk}}$  en Portugal (VEIGA DE OLIVEIRA *et al.*, 2006), y del  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bel}}$  en Inglaterra (VAN DE SCHOOTBRUGGE *et al.*, 2005b), también sugieren temperaturas templadas para dicho intervalo. Recientemente, DERA *et al.* (2009), basándose en los resultados de análisis isotópicos del O sobre dientes de peces y belemnites del NE de la Cuenca de París, sugirieron que durante la Zona Davoei se inició un calentamiento que duraría hasta la Zona Margaritatus.

Con respecto a las variaciones del nivel del mar, en el Pliensbachense Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica, se han descrito un máximo transgresivo en la Zona Ibex y un pico regresivo en la Zona Davoei (QUESADA *et al.*, 2005).

En las secciones de Tudanca, Santotis, Camino y San Andrés, las asociaciones de nanofósiles del Pliensbachense Inferior, están dominadas por *Schizosphaerella* sp.,

*Crepidolithus* spp., *Parhabdolithus* spp. y *Similiscutum* spp. (Figs. 10.1,10.4,10.7,10.10). Sin embargo, en la sección de E Rodiles, situada más cerca del MI que la Cuenca Vasco-Cantábrica (Ver Figs. 4.2,4.4), se han observado altos porcentajes de *M. elegans*, especialmente durante la Zona Ibex (Fig. 10.13). Los picos que muestra la abundancia relativa de esta especie, podrían interpretarse como una afinidad por áreas más proximales.

El género *Crepidolithus* es el principal constituyente de las asociaciones de nanofósiles durante la Zona Jamesoni. La elevada abundancia relativa de *Crepidolithus* spp. en casi todas las muestras estudiadas, superando en la mayoría de las ocasiones el 50%, hace pensar que podría tratarse de un género oportunista. Esta hipótesis coincide con las planteadas por WALSWORTH-BELL *et al.* (2000) y WALSWORTH-BELL (2001).

En la Zona Ibex, las asociaciones están constituidas fundamentalmente por *Similiscutum* spp. REGGIANI *et al.* (2010b) sugirieron que este género proliferaba bajo condiciones meso-eutróficas, con altos aportes de nutrientes desde el continente. En las secciones de Tudanca, Santotis y Camino, durante la Zona Ibex se observa un pico en los factores que presentan una carga significativa de *Similiscutum*, que en los tres casos es el factor 2 (Figs. 10.3,10.6,10.9). De estas observaciones, se deduce que durante la Zona Ibex las condiciones eran predominantemente de eutrofia, con elevados aportes de nutrientes.

En la Zona Davoei, las especies del género *Crepidolithus* son nuevamente las más abundantes en las asociaciones. No obstante, en las secciones de Tudanca, Santotis y E Rodiles, durante esta zona, se observan picos en los factores que cargan significativamente *C. crassus* (Figs. 10.3,10.6,10.15). REGGIANI *et al.* (2010b) sugirieron condiciones de oligotrofia durante la Zona Davoei, basándose en las elevadas abundancias de *Schizosphaerella* sp., taxón que proliferaba en aguas someras y *C. crassus*, especie con preferencias por las aguas más profundas, y así explicaron la estratificación de las aguas y el desarrollo de una nutriclina profunda. AGUADO *et al.* (2008) obtuvieron resultados muy similares, y encontraron las máximas abundancias de *C. crassus* y *Schizosphaerella* bajo condiciones de supuesta oligotrofia, con concentraciones muy bajas de nutrientes.

### 10.3.3- ASOCIACIONES DE NANOFÓSILES DURANTE EL PLIENSBACHIENSE SUPERIOR

En la Cuenca Vasco-Cantábrica, durante el Pliensbachiense Superior se registró una disminución significativa de las temperaturas, desde la Zona Stokesi, Subzona Celebratum hasta la Zona Spinatum, donde se alcanzó el valor más bajo. La media de las temperaturas durante esta zona fue de 14°C (ROSALES *et al.*, 2003, 2004a). Estos datos no coinciden con los aportados por DERA *et al.* (2009) para el NE de la Cuenca de París, que sugieren que las temperaturas eran todavía relativamente elevadas durante la Zona Margaritatus.

El nivel del mar fluctuó de manera significativa a lo largo del Pliensbachense Superior, registrándose un pico transgresivo en la Zona Margaritatus y un máximo regresivo en la Zona Spinatum (QUESADA *et al.*, 2005),

En las secciones de Tudanca, Santotis, Camino y San Andrés, las asociaciones de nanofósiles del Pliensbachense Superior, están dominadas por *Schizosphaerella* sp., *Crepidolithus* spp., *Parhabdolithus* spp., *Similiscutum* spp., *C. jansae*, *Biscutum* spp. y *Lotharingius* spp. (Figs. 10.1,10.4,10.7,10.10). Sin embargo, en la sección de E Rodiles, más próxima al MI que las secciones de la Cuenca Vasco-Cantábrica, se han identificado únicamente especímenes aislados del género *Biscutum* (Fig. 10.13). Teniendo en cuenta estos datos, la diferencia en la abundancia de este género podría deberse a una posible preferencia por zonas más distales. Cabe destacar que MATTIOLI & PITTET (2004) encontraron las máximas concentraciones de *Biscutum* en las zonas más distales de la Cuenca de Umbria-Marche. Sin embargo, esta hipótesis no coincide con la planteada por REGGIANI *et al.* (2010b), quienes sugirieron que los géneros *Lotharingius* y *Biscutum* habrían sido probablemente más abundantes en zonas proximales.

En las secciones de Santotis, Camino, San Andrés y E Rodiles, durante la Zona Stokesi, al igual que ocurre en la Zona Ibex, se observan picos en los factores que cargan significativamente *Similiscutum* (Figs.10.3,10.6,10.9,10.12). Por lo tanto, se podrían inferir condiciones de eutrofia para esta zona, similares a las descritas para la Zona Ibex, con elevados aportes de nutrientes.

En la Zona Margaritatus, se produjo un cambio en las asociaciones con el aumento en la abundancia de *Biscutum* spp. y *C. jansae*. Este incremento podría estar relacionado con los cambios en los parámetros paleoceanográficos. El género *Biscutum* ha sido considerado como meso-eutrófico, al igual que el género *Similiscutum* (BUCEFALO PALLIANI & MATTIOLI, 1995; BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 2002; MATTIOLI & PITTET, 2004; AGUADO *et al.*, 2008). Por otro lado, es importante destacar que TREMOLADA *et al.* (2006) sugirieron que este género proliferaba en aguas frías. Por lo tanto, teniendo en cuenta el incremento de ambos taxones en las mismas muestras, se podría inferir una preferencia de los mismos por las aguas frías.

REGGIANI *et al.* (2010b), sugirieron condiciones de eutrofia durante la Zona Margaritatus en la Cuenca Lusitánica, con una alta concentración de nutrientes disponibles en las aguas someras, que dio lugar a una somerización de la nutriclina. Estos autores identificaron elevadas abundancias de *Biscutum* durante esta zona, y también altas concentraciones de taxones con afinidades por el NO de Europa, que indicarían la presencia de conexiones efectivas entre la Cuenca Lusitánica y el NO de Europa.

Durante la Zona Spinatum se registraron condiciones paleoambientales muy diferentes a las descritas para la Zona Margaritatus. En primer lugar, las temperaturas fueron disminuyendo, hasta alcanzar el mínimo dentro de esta zona (ROSALES *et al.*, 2003, 2004a). Estas mismas tendencias se observaron en Portugal (VEIGA DE OLIVEIRA *et al.*, 2006; REGGIANI *et al.*, 2010b) y en el NO de Europa (BAYLEY *et al.*, 2003; VAN DE

SCHOOTBRUGGE *et al.*, 2005a; DERA *et al.*, 2009). Además, durante la Zona Spinatum, se observa un claro predominio de las litologías calizas sobre las margosas en las secciones de Tudanca, Camino, San Andrés y E Rodiles (Figs. 10.3,10.9,10.12,10.15).

En las secciones estudiadas, durante esta zona se identifican picos en los factores que cargan significativamente *Biscutum* spp., *C. jansae* y *Lotharingius* spp. (Figs, 10.3,10.6,10.9,10.12,10.15). MATTIOLI & PITTET (2004) y TREMOLADA *et al.* (2005) sugirieron que el género *Lotharingius* tenía afinidades ecológicas similares a las de *Biscutum*, con preferencias por condiciones de eutrofia. Sin embargo, en este trabajo, como se explicará más adelante, el género *Lotharingius* ha sido considerado oportunista, siendo capaz de adaptarse a condiciones paleoecológicas muy diferentes. REGGIANI *et al.* (2010b), sugirieron que las asociaciones de la Zona Spinatum estarían dominadas por *C. jansae*, taxón con afinidades tethysicas (BOWN, 1987b; BOWN & COOPER, 1998; MATTIOLI *et al.*, 2008). La elevada abundancia de *C. jansae* en las secciones estudiadas, durante la Zona Spinatum, podría sugerir una conexión efectiva entre el Dominio del Tethys y el Boreal, en dicho periodo.

#### 10.3.4.- ASOCIACIONES DE NANOFÓSILES DURANTE EL TOARCIENSE INFERIOR

Las variaciones de abundancia y diversidad de las asociaciones de nanofósiles durante el Toarciense Inferior, y especialmente a lo largo del evento de extinción del límite en las zonas Tenuicostatum/Serpentinum, en la sección de O Rodiles, han sido objeto de dos estudios recientes (FRAGUAS *et al.*, 2010, *in litt.*).

##### 10.3.4.1.- Asociaciones de nanofósiles antes del límite de extinción

Durante el Pliensbachense terminal, en la Zona Spinatum, tuvo lugar un episodio de enfriamiento global, tal y como indican las frías temperaturas de las aguas marinas registradas en distintas cuencas (BAILEY *et al.*, 2003; ROSALES *et al.*, 2003, 2004a; VAN DE SCHOOTBRUGGE *et al.*, 2005a; GÓMEZ *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a; GÓMEZ & ARIAS, 2010; SUAN *et al.*, 2010), coincidiendo con un período regresivo (QUESADA *et al.*, 2005; GÓMEZ *et al.*, 2008).

En la sección de O Rodiles, los valores del isótopo del oxígeno medido sobre rostros de belemnites bien preservados, indican temperaturas bajas durante la Zona Spinatum, con una media de 11,6°C. Alrededor del límite entre las zonas Spinatum/Tenuicostatum, se registra un incremento de las temperaturas, del orden de 4-5°C, resultando un promedio de 15,6°C.

Los resultados de los análisis cuantitativos muestran elevadas abundancia relativas de *Schizosphaerella* sp. y *C. jansae*, coincidiendo con el enfriamiento del Pliensbachense Superior, antes del límite de extinción. Es importante destacar que las curvas correspondientes a sus abundancias relativas presentan una tendencia muy similar a la curva de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{bel}}$  (Fig. 10.16). Teniendo en cuenta esta observación, se podría inferir una relación directa entre las abundancias relativas de estos dos taxones



y las paleotemperaturas. Este dato coincide con la hipótesis de SUAN *et al.* (2010), que consiste en que la cantidad de calcita de los nanofósiles y el tamaño medio del productor principal del carbonato pelágico, *Schizosphaerella* sp., varía de acuerdo con las temperaturas, indicando una relación directa entre las condiciones climáticas y la producción del carbonato pelágico. En la sección de O Rodiles, no se ha identificado una disminución en la abundancia de los Schizosphaerélidos alrededor del límite entre las zonas Pliensbachiense/Toarciense, como lo hicieron TREMOLADA *et al.* (2005) en la sección de Castillo Pedroso (Cuenca Vasco-Cantábrica). Estos autores también observaron un incremento en la abundancia de *C. jansae*, coincidiendo con una disminución en los porcentajes de *Schizosphaerella* sp., por lo que sugirieron diferentes afinidades paleoecológicas para estos dos taxones. En resumen, la hipótesis propuesta en este trabajo no coincide con la de TREMOLADA *et al.* (2005).

Los resultados del PCA muestran valores altos del segundo y tercer factor, que están controlados por los géneros *Biscutum*, *Calyculus*, la especie *L. crucicentralis* y el grupo *Crepidolithus*. H es relativamente alto antes del límite de extinción, aunque presenta importantes fluctuaciones (Fig. 10.18).

#### 10.3.4.2.- Asociaciones de nanofósiles durante el límite de extinción

En la sección de O Rodiles, el límite entre las zonas Tenuicostatum/Serpentinum está caracterizado por una subida de las temperaturas de las aguas marinas y un pico transgresivo (GÓMEZ *et al.*, 2008). Estas condiciones ambientales, especialmente el aumento de las temperaturas, pudieron influir en el grado de biomineralización de los nanofósiles dando lugar a una reducción en su tamaño y abundancia. En este trabajo se ha observado una disminución drástica en la abundancia relativa de *Schizosphaerella* sp. alrededor del límite de extinción. Algunos autores han observado disminuciones en los tamaños de diferentes nanofósiles durante las perturbaciones ambientales del Toarciense Inferior (BUCEFALO PALLIANI *et al.*, 2002; ERBA, 2004; MATTIOLI *et al.*, 2004a, 2004b; TREMOLADA *et al.*, 2005; MATTIOLI *et al.*, 2008; SUAN *et al.*, 2008a; FRAGUAS & YOUNG, 2009, *in litt.*).

En este trabajo, alrededor del límite de extinción se ha observado un pico significativo en las abundancias relativas de los cocolitos *Calyculus* spp., *L. hauffii* y *L. sigillatus*, y una disminución en los porcentajes de *T. patulus*, *C. jansae* y *Biscutum* spp., coincidiendo con la excursión negativa del isótopo del Carbono (Fig. 10.16).

El segundo factor del PCA, con una carga significativa de *Calyculus* spp., muestra valores más altos durante el límite de extinción, y el valor de H es relativamente elevado durante el límite de extinción (Fig. 10.18). De estas observaciones, se podría inferir una afinidad de *Calyculus* por condiciones de baja productividad.

## 10.3.4.3.- Asociaciones de nanofósiles después del límite de extinción

Durante el “intervalo de repoblación”, se ha observado un aumento en las abundancias relativas de las especies pertenecientes a los géneros *Crepidolithus* y *Lotharingius* (Fig. 10.16). Además, los valores de los factores primero y tercero del PCA, que tienen cargas significativas de las especies de *Crepidolithus* y *Lotharingius*, aumentan de manera considerable después del límite de extinción. Los valores de H son relativamente elevados en las muestras situadas por encima de este límite (Fig. 10.18). A partir de estas observaciones, se podría deducir una restauración de las condiciones paleoambientales adecuadas para la proliferación de determinadas especies. Teniendo en cuenta las elevadas abundancias relativas de los géneros *Crepidolithus* y *Lotharingius*, durante el intervalo de repoblación podría haberse producido una intensa mezcla vertical en la columna de agua, con altas concentraciones de nutrientes. Además, este aumento progresivo de las abundancias de *Crepidolithus* y *Lotharingius* coincide con un incremento de los valores de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  por encima del límite de extinción en la sección de O Rodiles. Considerando estos datos, en este trabajo los taxones *Crepidolithus* spp. y *Lotharingius* spp. han sido interpretados como oportunistas.

Es importante tener en cuenta que las abundancias relativas de los taxones *Calyculus* spp. y *Biscutum* spp. disminuyen drásticamente después del límite de extinción, y la especie *C. jansae* se extingue justo por encima de este límite, probablemente debido a las nuevas condiciones paleoambientales anteriormente descritas.

## 11.- CONCLUSIONS

Calcareous nannofossils are considered one of the most helpful tools for both biostratigraphy and paleoceanography. For this reason, during the last decades, Lower Jurassic nannoplankton has been intensively studied in other European Basins; however, in Northern Spain, this group needs to be further investigated.

The first phase of this work included a systematic and accurate search of studies published related with the subject of this PhD Thesis. The articles fulfilling the following inclusion criteria were selected: (i) Studies about calcareous nannofossils or current nannoplankton; (ii) Studies realized on Lower Jurassic rocks from the Cantabrian Range; (iii) Studies dealing with the Lower Jurassic.

In order to improve the knowledge about Late Sinemurian–Early Toarcian calcareous nannofossils, and for establishing a spatial and temporal distribution of this group in the Cantabrian Range, six well-dated geological sections belonging to three different geographical areas were sampled. Four of these sections are located in the BCB, two in the Río Nansa Valley (Tudanca and Santotis), and two in the Reinosa area (Camino and San Andrés). The other two sections are situated in the eastern part of the AB (E and W Rodiles), in more proximal positions, with respect to the Iberian Massif, than the BCB.

Ninety-eight marly samples, corresponding to the Late Sinemurian–Late Pliensbachian time interval, were collected from the Tudanca section; Forty-one marly samples, covering the Pliensbachian interval, were taken from the Santotis section; One hundred and forty marly samples were collected from the Upper Sinemurian–Upper Pliensbachian rocks of the Camino section; One hundred and seventy six marly samples were taken from the Pliensbachian rocks of the San Andrés section; One hundred and twenty-nine marly samples, covering the Late Sinemurian–Late Pliensbachian time interval, were collected from the E Rodiles section; Finally, thirty-four marly samples, corresponding to the latest Pliensbachian–Early Toarcian interval, were taken from the W Rodiles section.

The corresponding smear slides were prepared from these samples. This technique consists of scrapping a small amount of sediment onto a glass cover-slip, with the help of a knife; then, add a drop of distilled water and smear the sediment suspension thinly on the cover glass with a toothpick; dry on a hot plate; and, finally, mount on a microscope slide using Permout. These smear slides were analyzed using a LM. Semi-quantitative, quantitative and biometric analyses were realized on these smear slides in order to obtain information about the taxonomy, biostratigraphy, evolution and paleoecology of calcareous nannofossils.

A simple preparation technique was applied to samples for doing SEM observations. This technique consists of breaking a small piece of fresh rock; then, attach it to a labelled aluminium SEM stub using a carbon adhesive tape; dry and coat the rock with a gold/palladium alloy.

A detailed classification of calcareous nannofossils was realized on the basis of their morphological characteristic and optical properties observed using both LM and SEM. Two divisions, two classes, five orders, seven families, one subfamily, thirteen genera, thirty-two species and two subspecies were identified. A new species was described, *Crepidolithus* sp. 1. One of the species recognized, *O. hamiltoniae*, is included within the Insertae Sedis group. One of the orders identified includes the nannolith *Schizosphaerella*, taxon with uncertain affinities. The other four orders correspond to coccoliths with different rim structures, which were observed using a SEM. The Order Eiffellithales corresponds to the loxolith group, the Order Stephanolithales to the protolith group, the Order Podorhabdales includes radiating placoliths and, finally, the Order Watznaueriales belongs to the imbricating placolith group.

The results of the semiquantitative analyses performed on calcareous nannofossil assemblages allowed to know the distribution range of each species, and to describe the successions of bioevents recognized in the study sections, calibrated to the ammonite zones and subzones. Six main events: FOs of *C. crassus*, *S. cruciulus*, *B. novum*, *L. hauffii*, *L. sigillatus* and *C. superbus*, and six secondary events: FOs of *O. hamiltoniae*, *B. grande*, *B. finchii* and *L. barozii*, and the FCOs of *C. jansae* and *L. hauffii*, were identified.

An accurate and synthetic biostratigraphic scheme for N Spain, including both nannofossil zones and subzones calibrated to ammonite zones, was proposed for the first time in this PhD Thesis. The NJ2 Parhabdolitus liasicus, NJ3 Crepidolithus crassus, NJ4 Similiscutum cruciulus, NJ5 Lotharingius hauffii and NJ6 Carinolithus superbus CNZs were identified. Moreover, the NJ4a Crepidolithus plienschbachensis, NJ4b Crepidolithus granulatus, NJ5a Biscutum finchii and NJ5b Lotharingius sigillatus CNSzs were emended in this work. The biostratigraphic scheme herein proposed was compared to those established for NW Europe, Portugal and Italy. The results indicate a degree of diachroneity of the FO of *L. hauffii* between the Boreal and Tethyan Domains.

Biometric analyses were performed on the species identified in this work, in order to have a more rigorous and objective criterion for their taxonomic differentiation. As aforementioned, the specimens analyzed in this work were initially assigned to species using conventional qualitative criteria, such as morphology, central area structures and/or optical properties, and then biometric analyses were applied for testing this initial subjective species assignation. These analyses are especially interesting for those genera that show a wide morphological variability within their taxa, such as *Crepidolithus*, *Similiscutum*, *Biscutum* or *Lotharingius*.

Two detailed biometric analyses were performed on certain Plienschbachian–Early Toarcian calcareous nannofossils for resolving certain taxonomic and evolutionary problems. The results of the first detailed analysis suggest that *C. crucifer* is approximately 2  $\mu\text{m}$  longer and 1.3  $\mu\text{m}$  wider than *C. crassus*. However, the most significant difference between these two taxa is based on the coccolith length:

specimens longer than 8.2  $\mu\text{m}$  belong to *C. crucifer*. A general trend towards a progressive increase in size of both taxa was observed throughout the studied section, which could be related to both modifications in the paleoenvironmental conditions and evolutionary changes. The different patterns observed for *C. crassus* and *C. crucifer* sizes in the uppermost part of the investigated section suggest that the changes occurred in the paleoceanographic conditions could be the most feasible explanation. Indeed, the size increase of the investigated species correlates with the onset of a cooling episode during the Late Pliensbachian. Based upon the size of the two species, the larger and heavier *C. crucifer*, perhaps inhabited a slightly deeper portion of the photic zone than *C. crassus*, and if it is correct, then their diachronous size variations may be related to the transgressive phase recorded during the Late Pliensbachian in the BCB. The stratification of water masses probably reduced the ecologic niche of *C. crucifer* that perhaps was forced to reach shallower depths by reducing its size.

In the second detailed biometric analysis, based upon the data from the morphometric analyses of 2700 specimens of *Lotharingius*, light microscope observations, stratigraphic ranges and the abundance patterns, an evolutionary scheme was proposed for the *Lotharingius* lineage. The majority of *Lotharingius* specimens, and described species, could belong to a single anagenetic lineage of morphotypes with small central areas. This lineage was divided into the chronospecies *L. hauffii* and *L. sigillatus*. Subdivision of *L. hauffii* into morphotypes with very restricted central areas and more open central areas (types A and B) was also investigated, but these types appear both to intergrade continuously and to have similar ranges, hence they can not be considered as chronospecies. By contrast the results indicate that, although *L. crucicentralis* belongs to the same trend toward larger species with more complex central areas, it is a discrete species which diverged from the main lineage in the Hawskerense ASz. In the samples corresponding to the Early Toarcian environmental perturbations (WR.43.1, WR.43.5 and WR.43.7, at ~7 m, 7.40 m and 7.80 m), a drastic decrease in the size or “dwarfing” of the three species differentiated was observed. Moreover, the youngest and largest species *L. crucicentralis* is absent in samples 43.5 and 43.7. After the environmental perturbations, *L. hauffii* (morphotypes A and B) and *L. sigillatus* recovery the pre-event sizes and *L. crucicentralis* re-appears with a big size. These changes in size and abundance of the *Lotharingius* species during this event could be related to the unfavourable environmental conditions for the biomineralization of their coccoliths.

In this work, the appearance of the different structural groups was interpreted as an evolutionary signal. Therefore, evolution within the lineages is seen as modifications of the coccolith rim and its central area structures. In the studied sections, the origin of the discoliths group is uncertain, since the appearance of the protolith group took place below the first studied sample, and the origin of the loxolith group is uncertain, due to its low abundance in the initial record. However, an evolutionary trend was proposed for the genus *Crepidolithus*. Probably, *C. crassus* gave rise to *Crepidolithus* sp. 1, *C. granulatus* and *C. crucifer* and, in the Jamesoni AZ, *Crepidolithus* sp. 1 appears to

have given rise to *C. cavus*. The origin of the radiating placoliths group took place during the Jamesoni AZ, with the appearance of the genus *Similiscutum*. Probably, *S. cruciulus* gave rise to *S. avitum* and *S. orbiculus*. On one hand, during the Ibex AZ, *S. avitum* could have given rise to the genus *Calyculus*, which could have evolved to the genus *Carinolithus*, during the Early Toarcian. On the other hand, during the Late Pliensbachian *S. avitum* probably gave rise to the genus *Biscutum*. In the studied sections, the origin of the imbricating placoliths group is located within the Davoei AZ, with the appearance of *B. prinsii*, which could have given rise to the genus *Lotharingius* during the Late Pliensbachian.

Quantitative analyses were performed on calcareous nannofossil assemblages, in order to know the response of nannofossils to the palaeoenvironmental changes occurred during the studied interval, and especially across the Early Toarcian extinction event. The obtained data were treated from a statistical point of view, and compared to the geochemical data (wt.% TOC and stable isotope values, if they were available). During the Early Pliensbachian interval, the nannofossil assemblages were dominated by *Schizosphaerella* sp., *Crepidolithus* spp., *Parhabdolithus* spp. and *Similiscutum* spp. Considering their high relative abundances during the Jamesoni and Davoei AZs, higher than 50%, the species of the genus *Crepidolithus* were interpreted as opportunistic taxa. Meso-eutrophic conditions were inferred for the Ibex AZ, on the basis of the high abundances of *Similiscutum* spp. During the Ibex AZ, the relative abundance of *M. elegans* was notably higher in the AB than in the BCB, therefore, this species could have had affinities for proximal settings. During the Margaritatus AZ, the nannofossil assemblages were mainly represented by *C. jansae* and *Biscutum* spp., taxa with affinities for low temperatures. However, in the AB the relative abundance of the genus *Biscutum* was relatively low, in the Margaritatus AZ; therefore, this genus probably had preference for distal areas,

In the W Rodiles section, during the latest Pliensbachian/earliest Toarcian time interval, before the extinction boundary, the nannofossil assemblages were dominated by *Schizosphaerella* sp., *T. patulus*, *C. jansae* and *Biscutum* spp., taxa with an affinity for low temperatures, which progressively disappeared as temperatures rose. A decrease in the abundances of both *Schizosphaerella* sp. and *C. jansae* or “biocalcification crisis” was recorded around the extinction boundary, coinciding with a sharp increase of the temperature and the deposition of the organic-laminated shales. Therefore, a direct cause-effect relationship between the palaeotemperatures and the changes recorded in calcareous nannofossil assemblages can be established. A peak in the abundance of *Calyculus* spp., taxa flourishing under conditions of water-column stratification, was registered around the extinction boundary. After this boundary, the species *C. jansae* becomes extinct, the abundance of *Calyculus* and *Biscutum* sharply decreases, and the nannofossil assemblages are dominated by the opportunistic genera *Crepidolithus* and *Lotharingius*.

BIBLIOGRAFÍA  
*REFERENCES*

---

- ABERHAN, M. & FÜRSICH, F.T. 1997. Diversity analysis of Lower Jurassic bivalves of the Andean Basin and the Pliensbachian-Toarcian mass extinction. *Lethaia*, **29** (2): 181-195.
- ABRAMOVICH, S. & KELLER, G. 2003. Planktonic foraminiferal response to the latest Maastrichtian abrupt warm event: a case study from South Atlantic DSDP Site 525A. *Marine Micropaleontology*, **48** (3): 225-249.
- ADELSECK, C.G., GEEHAN, G.W. & ROTH, P.H. 1973. Experimental evidence for the selective dissolution and overgrowth of calcareous nannofossils during diagenesis. *Geological Society of America*, **84**: 2755-2762.
- AGNINI, C., FORNACIARI, E., RIO, D., TATEO, F., BACKMAN, J. & GIUSBERTI, L. 2007. Responses of calcareous nannofossil assemblages, mineralogy and geochemistry to the environmental perturbations across the Paleocene/Eocene boundary in the Venetian Pre-Alps. *Marine Micropaleontology*, **63** (1): 19-38.
- AGUADO, R., O'DOHERTY, L. & SANDOVAL, J. 2008. Fertility changes in surface waters during the Aalenian (mid-Jurassic) of the Western Tethys as revealed by calcareous nannofossils and carbon-cycle perturbations. *Marine Micropaleontology*, **68** (4): 268-285.
- AITA, Y. & OKADA, H. 1986. Radiolarians and Calcareous Nannofossils from the Uppermost Jurassic and Lower Cretaceous Strata of Japan and Tethyan Regions. *Micropaleontology*, **32** (2): 97-128.
- AMEZIEUX, J. 1972. Association de nannofossiles calcaires du Jurassique d'Aquitaine et du Bassin Parisien (France). *Mémoires du Bureau de recherches géologiques et minières*, **77**: 143-151.
- ANDRULEIT, H. 1996. A filtration technique for quantitative studies of coccoliths. *Micropaleontology*, **42** (4): 403-407.
- ANGELOZZI, G.N. 1988. Nanofósiles Toarcianos en la Formación Los Molles del Perfil Picún-Leufú. Cuenca del Neuquén, República Argentina. *IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, **Actas 3**: 137-144.
- ARIAS, C. 2009. Extinction pattern of marine Ostracoda across the Pliensbachian-Toarcian boundary in the Cordillera Ibérica, NE Spain: Causes and consequences. *Geobios*, **42** (1): 1-15.
- ARIAS, C., COMAS-RENGIFO, M.J., GOY, A., HERRERO, C. & RUGET, CH. 1992. Variations dans les associations de brachiopodes, foraminifères et ostracodes du Toarcien basal dans un secteur central de la Cordillère Ibérique. Un exemple dans la "Rambla del Salto" (Teruel, Espagne). *Les Cahiers de l'Université Catholique de Lyon*, **5**: 5-25.
- ASGAR-DEEN, M., HALL, R.L. & RIEDIGER, C. 2003. New biostratigraphic data from the Lower Jurassic Fernie Formation in the subsurface of west-central Alberta and their stratigraphic implications. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **40**: 45-63.
- AUBRY, M.-P. 2009. A sea of Lilliputians. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **284** (2): 88-113.
- AUBRY, M.-P. & DEPECHE, F. 1974. Recherches sur les Schizosphères. Les Schizosphères de Villers-Sur-Mer. Variation morphologique. Ultrastructure et modifications diagénétiques. *Cahiers de Micropaléontologie*, **1**: 3-27.
- AURELL, M., MELÉNDEZ, G. & OLÓRIZ, F. 2002. Jurassic. In: *The Geology of Spain*. GIBBONS, W. & MORENO, T. Eds. pp. 213-253. The Geological Society. London.
- AURELL, M., ROBLES, S., BÁDENAS, B., ROSALES, I., QUESADA, S., MELÉNDEZ, G. & GARCÍA-RAMOS, J.C. 2003. Transgressive-regressive cycles and Jurassic palaeogeography of northeast Iberia. *Sedimentary geology*, **162**: 239-271.



- BACKMAN, J. & HERMELIN, O.R. 1986. Morphometry of the Eocene nannofossil *Reticulofenestra umbilicus* lineage and its biochronological consequences. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **57** (1): 103-116.
- BACKMAN, J. & SHACKLETON, N. 1983. Quantitative biochronology of Pliocene and Early Pleistocene calcareous nannofossils from the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. *Marine Micropaleontology*, **8**: 141-170.
- BAILEY, T.R., ROSETHAL, Y., MCARTHUR, J.M., VAN DE SCHOOTBRUGGE, B. & THIRLWALL, M.F. 2003. Paleooceanographic changes of the Late Pliensbachian-Early Toarcian interval: a possible link to the genesis of an Oceanic Anoxic Event. *Earth and Planetary Science Letters*, **212** (3): 307-320.
- BALDANZA, A., CRESTA, S. & MATTIOLI, E. 1990. Bajocian calcareous nannofossils from Monte Nerone area (Umbro-Marchean Apennine, Italy). *Memoire Descrittive della Carta Geologica D'Italia*, **15**: 225-236.
- BALDANZA, A. & MATTIOLI, E. 1992a. Biostratigraphical synthesis of nannofossils in the early middle Jurassic southern Tethys. *Knihovnicka ZPN*, **14a** (1): 111-141.
- BALDANZA, A. & MATTIOLI, E. 1992b. Biozonazione a Nannofossili Calcarei del Giurassico Inferiore-Medio della Provincia Mediterranea (Dominio Tetideo): revisione ad ampliamento. *Palaeopelagos*, **2**: 69-77.
- BARNARD, T. & HAY, W.W. 1974. On Jurassic Coccoliths: A tentative zonation of the Jurassic of Southern England and North France. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **67** (3): 563-585.
- BARRÓN, E., GÓMEZ, J.J., GOY, A. & PIEREN, A.P. 2006. The Triassic–Jurassic boundary in Asturias (northern Spain): Palynological characterisation and facies. *Review of Palaeobotany and Palinology*, **138**: 187-208.
- BASSOULET, J.P. & BAUDIN, F. 1994. Le Toarcien inférieur: une période de crise dans les bassins et sur les plate-formes carbonatées de l'Europe du Nord-Ouest et de la Téthys. *Geobios*, **17**: 645-654.
- BASSOULET, J.P., LACHKAR, G., BAUDIN, F., BENSILI, K., BLANC, P., BOUTAKIOUT, M., DEPECHE, F., ELMI, S. & RUGET, CH. 1991. Stratigraphie intégrée dans le Toarcien du Maroc (rides sud-riennes et Moyen Atlas). *Bulletin de la Société Géologique de France*, **162**: 825-839.
- BATALLER, J.R. 1954. Enumeración de las especies nuevas del Triásico y Jurásico de España. *Estudios geológicos*, **21**: 49-77.
- BAUDIN, F., HERBIN, J.-P., BASSOULET, J.P., DERCOURT, J., LACHKAR, G., MANIVIT, H. & RENARD, M. 1990. Distribution of organic matter during the Toarcian in the Mediterranean Tethys and Middle East. In: *Deposition of Organic Facies*. HUC, A.Y. Ed. pp. 73-91. AAPG Studies in Geology, Vol. **30**.
- BAUMANN, K.-H., ANDRULEIT, H., BOECKEL, B., GEISEN, M. & KINKEL, H. 2005. The significance of extant coccolithophores as indicators of ocean water masses, surface water temperature, and paleoproductivity: a review. *Paläontologische Zeitschrift*, **79** (1): 93-112.
- BAUMANN, K.-H., ANDRULEIT, H. & SU, X. 1988. Comparison of different preparation techniques for quantitative nannofossil studies. *Journal of Nannoplankton Research*, **20** (2): 75-80.
- BAUMANN, K.-H., CEPEK, M. & KINKEL, H. 1999. Coccolithophores as indicators of ocean water masses, surface-water temperature, and paleoproductivity-examples from the South Atlantic. In: *The South Atlantic Ocean, Present and Past Circulation*. FISCHER, G. & WEFER, G. Eds. pp. 117-144. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.
- BAUMANN, K.-H. & FREITAG, T. 2004. Pleistocene fluctuations in the northern Benguela Current system as revealed by coccolith assemblages. *Marine Micropaleontology*, **52**: 195-215.

- BAUMANN, K.-H. & SPRENGEL, C. 2001. Morphological variations of selected coccolith species in a sediment trap north of the Canary Islands. *Journal of Nannoplankton Research*, **22** (3): 185-193.
- BEAUFORT, L. 1991. Adaptation of random settling method for quantitative studies of calcareous nannofossils. *Micropaleontology*, **37** (4): 415-418.
- BEAUFORT, L. 1992. Size variations in Late Miocene *Reticulofenestra* and implication for paleoclimatic interpretation. *Memorie di Scienze Geologiche*, **43**: 339-350.
- BEAUFORT, L. & HEUSSNER, S. 2001. Seasonal dynamics of calcareous nannoplankton on a West European continental margin: the Bay of Biscay. *Marine Micropaleontology*, **43** (1): 27-55.
- BEERLING, D.J., LOMAS, M.R. & GRÖCKE, D.R. 2002. On the nature of methane gas-hydrate dissociation during the Toarcian and Aptian Oceanic Anoxic Events. *American Journal of Sciences*, **302**: 28-49.
- BERGEN, J.A. 1993a. Jurassic Calcareous Nannofossils from Portugal. *INA Newsletter*, **15** (2): 53.
- BERGEN, J.A. 1993b. Calcareous nannofossils from the Vocontian trough (S.E.France) and deep sea drilling site 534: New improvements in Mid-Mesozoic biostratigraphic resolution and calibration, associated sea level trends, and assemblage turnovers. *INA Newsletter*, **15** (2): 53-54.
- BERGER, W.H. 1973. Deep-sea carbonates: the evidence for a coccolith lysocline. *Deep-Sea Research*, **20**: 917-921.
- BERRTEAGA, A., ROBLES, S., ROSALES, I. & QUESADA, S. 2002. Ciclos de precesión en el Toarciense de la Cuenca VascoCántabrica. *Geogaceta*, **32**: 259-262.
- BJERRUM, C.J., SURLYK, F., CALLOMON, J.H. & SLINGERLAND, R.L. 2001. Numerical paleoceanographic study of the Early Jurassic Transcontinental Laurasian seaway. *Paleoceanography*, **16** (4): 390-404.
- BLACK, M. 1971. Coccoliths of the Speeton Clay and Sutterby Marl. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, **38** (3): 381-424.
- BLACK, M. 1972. British Lower Cretaceous Coccoliths. I. Gault Clay. *Palaeontographical Society Monographs*, **126**: 1-48.
- BLACK, M. & BARNES, B. 1959. The Structure of Coccoliths from English Chalk. *Geological Magazine*, **96** (5): 321-332.
- BOECKEL, B. & BAUMANN, K.-H. 2004. Distribution of coccoliths in surface sediments of the south-eastern South Atlantic Ocean: ecology, preservation and carbonate contribution. *Marine Micropaleontology*, **51** (4): 301-320.
- BOECKEL, B. & BAUMANN, K.-H. 2008. Vertical and lateral variations in coccolithophore community structure across the subtropical frontal zone in the South Atlantic Ocean. *Marine Micropaleontology*, **67**: 255-273.
- BOLLMANN, J. 1997. Morphology and biogeography of *Gephyrocapsa* coccoliths in Holocene sediments. *Marine Micropaleontology*, **29** (2): 319-350.
- BOLLMANN, J., BRABEC, B., CORTÉS, M.Y. & GEISEN, M. 1999. Determination of absolute coccolith abundances in deep-sea sediments by spiking with microbeads and spraying (SMS-method). *Marine Micropaleontology*, **38** (1): 29-38.
- BOLLMANN, J., CORTÉS, M.Y., HAIDAR, A.T., BRABEC, B., CLOSE, A., HOFMANN, R., PALMA, S., TUPAS, L. & THIERSTEIN, H.R. 2002. Techniques for quantitative analyses of calcareous marine phytoplankton. *Marine Micropaleontology*, **44** (4): 163-185.

- BOLLMANN, J., HERRLE, J.O., CORTÉS, M.Y. & FIELDING, S.R. 2009. The effect of sea water salinity on the morphology of *Emiliania huxleyi* in plankton and sediment samples. *Earth and Planetary Science Letters*, **284** (3): 320-328.
- BOOMER, I., AINSWORTH, N.R. & EXTON, J. 1998. A re-examination of the Pliensbachian and Toarcian Ostracoda of Zambujal, west-central Portugal. *Journal of Micropaleontology*, **17** (1): 1-14.
- BORNEMANN, A., ASCHWER, U. & MUTTERLOSE, J. 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **199** (2): 187-228.
- BORNEMANN, A. & MUTTERLOSE, J. 2006. Size analyses of the coccolith species *Biscutum constans* and *Watznaueria barnesiae* from the Late Albian "Niveau Breistroffer" (SE France): taxonomic and palaeoecological implications. *Geobios*, **39** (5): 599-615.
- BORREGO, A.G., HAGEMANN, H.W., BLANCO, C.G., VALENZUELA, M. & SUÁREZ DE CENTI, C. 1996. The Pliensbachian (Early Jurassic) "anoxic" event in Asturias, northern Spain: Santa Mera Member, Rodiles Formation. *Organic Geochemistry*, **25** (5): 295-309.
- BOUR, I., MATTIOLI, E. & PITTET, B. 2007. Nannofacies analysis as a tool to reconstruct paleoenvironmental changes during the Early Toarcian anoxic event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **249** (1): 58-79.
- BOWN, P.R. 1985. *Archaeozygodiscus*- a new Triassic coccolith genus. *INA Newsletter*, **7**: 32-35.
- BOWN, P.R. 1987a. The structural development of Early Mesozoic coccoliths and its evolutionary and taxonomic significance. *Abh. Geol. B.-A.*, **39**: 33-49.
- BOWN, P.R. 1987b. Taxonomy, evolution, and biostratigraphy of late Triassic-early Jurassic calcareous nannofossils. *Special Papers in Palaeontology*, **38**: 1-118.
- BOWN, P.R. 1992. Late Triassic-Early Jurassic Calcareous Nannofossils of the Queen Charlotte Islands, British Columbia. *Journal of Micropaleontology*, **11** (2): 177-188.
- BOWN, P.R. 1993. New holococcoliths from the Toarcian-Aalenian (Jurassic) of northern Germany. *Senckenbergiana Lethaea*, **73** (2): 407-419.
- BOWN, P.R. 1998. Triassic. In: *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. BOWN, P.R. Ed. pp. 29-33. Kluwer Academic. London.
- BOWN, P.R., BURNETT, J.A. & GALLAGHER, L.T. 1991. Critical events in the evolutionary history of calcareous nannoplankton. *Historical Biology*, **5**: 279-290.
- BOWN, P.R., BURNETT, J.A. & GALLAGHER, L.T. 1992. Calcareous Nannoplankton evolution. *Memorie di Scienze Geologiche*, **43**: 1-17.
- BOWN, P.R. & COOPER, M.K.E. 1989a. New Calcareous Nannofossil taxa from the Jurassic. *Journal of Micropaleontology*, **8** (1): 91-96.
- BOWN, P.R. & COOPER, M.K.E. 1989b. Conical calcareous nannofossils in the Mesozoic. In: *Nannofossils and their applications (Proceedings of the International Nannofossil Association Conference, London 1987)*. CRUX, J.A. & VAN HECK, S.E. Eds. pp. 98-107. Ellis Horwood Limited. London.
- BOWN, P.R. & COOPER, M.K.E. 1998. Jurassic. In: *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. BOWN, P.R. Ed. pp. 34-86. Kluwer Academic. London.
- BOWN, P.R., COOPER, M.K.E. & LORD, A.R. 1988. A Calcareous Nannofossil Biozonation Scheme for the early to mid Mesozoic. *Newsletter Stratigraphy*, **20** (2): 91-114.
- BOWN, P.R. & ELLISON, C. 1995. Jurassic-Early Cretaceous calcareous nannofossils from the Neuquén Basin, Argentina. *Journal of Nannoplankton Research (6th INA Conference, Copenhagen 1995, Programme and Abstract)*, **17** (2): 48.

- BOWN, P.R., GALLAGHER, L.T. & BURNETT, J.A. 1989. Calcareous nannofossil evolution: a comparison of evolutionary radiations in the late Triassic/Early Jurassic and Paleocene. *INA Newsletter*, **11**: 50.
- BOWN, P.R., LEES, J.A. & YOUNG, J.R. 2004. Calcareous nannoplankton evolution and diversity through time. In: *Coccolithophores from Molecular Processes to Global Impact*. THIERSTEIN, H.R. & YOUNG, J.R. Eds. pp. 481-508. Springer. Amsterdam.
- BOWN, P.R. & LORD, A.R. 1990. The occurrence of calcareous nannofossils in the Triassic/Jurassic boundary interval. Rapport du Working-Group "Limite Trias-Jurassique". *Les Cahiers de l'Université Catholique de Lyon, Série sciences*: 127-136.
- BOWN, P.R. & PEARSON, P. 2009. Calcareous plankton evolution and the Paleocene/Eocene thermal maximum event: New evidence from Tanzania. *Marine Micropaleontology*, **71**: 60-70.
- BOWN, P.R. & YOUNG, J.R. 1997. Proposals for a revised classification system for calcareous nannoplankton. *Journal of Nannoplankton Research*, **19** (1): 15-47.
- BOWN, P.R. & YOUNG, J.R. 1998a. Introduction. In: *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. BOWN, P.R. Ed. pp. 1-15. Kluwer Academic. London.
- BOWN, P.R. & YOUNG, J.R. 1998b. Techniques. In: *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. BOWN, P.R. Ed. pp. 16-28. Kluwer Academic. London.
- BRAGA, J.C., COMAS-RENGIFO, M.J., GOY, A. & RIVAS, P. 1985. Le Pliensbachien dans la Chaîne cantabrique orientale entre Castillo Pedroso et Reinosa (Santander, Espagne). *Les Cahiers de l'Institut Catholique de Lyon*, **14**: 69-83.
- BRAGA, J.C., COMAS-RENGIFO, M.J., GOY, A., RIVAS, P. & YÉBENES, A. 1988. El Lías Inferior y Medio en la Zona Central de la Cuenca Vasco-Cantábrica (Camino, Santander). *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. Ciencias de la Tierra, Geología*, **11**: 17-45.
- BRALOWER, T.J. 2002. Evidence of surface water oligotrophy during the Paleocene-Eocene thermal maximum: Nannofossil assemblage data from Ocean Drilling Program Site 690, Maud Rise, Weddell Sea. *Paleoceanography*, **17** (doi: 10.1029/2001PA000662).
- BRALOWER, T.J., BOWN, P.R. & SIESSER, W.G. 1991. Significance of Upper Triassic nannofossils from the Southern Hemisphere (ODP Leg 122, Wombat Plateau, N.W. Australia). *Marine Micropaleontology*, **17** (2): 119-154.
- BRALOWER, T.J., BOWN, P.R. & SIESSER, W.G. 1992. Upper Triassic calcareous nannoplankton biostratigraphy. Wombat Plateau, Northwest Australia. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **122**: 437-451.
- BRALOWER, T.J., MONECHI, S. & THIERSTEIN, H.R. 1989. Calcareous nannofossil zonation of the Jurassic-Cretaceous boundary interval and correlation with the geomagnetic polarity timescale. *Marine Micropaleontology*, **14**: 153-235.
- BRAND, L.E. 1994. Physiological ecology of marine coccolithophores. In: *Coccolithophores*. WINTER, A. & SIESSER, W.G. Eds. pp. 39-50. Cambridge University Press. Cambridge.
- BROWNEE, C. & TAYLOR, A.R. 2002. Algal Calcification and Silification. *Encyclopedia of Live Science*, 1-6.
- BUCEFALO PALLIANI, R., CIRILLI, S. & MATTIOLI, E. 1998. Phytoplankton response and geochemical evidence of the lower Toarcian sea level rise in the Umbria-Marche basin (Central Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **142** (1): 33-50.
- BUCEFALO PALLIANI, R. & MATTIOLI, E. 1994a. Enrichment in organic matter within the Early Toarcian Marne di Monte Serrone Formation: a synchronous event in the Umbria-Marche Basin (Central Italy). *Palaeopelagos*, **4**: 129-140.

- BUCEFALO PALLIANI, R. & MATTIOLI, E. 1994b. Palynology, calcareous nannofossils, geochemistry and sea level fluctuations: a multidisciplinary approach to the Early Jurassic of the Umbria-Marche area. *Abstracts book of IAS, Ischia*, 87.
- BUCEFALO PALLIANI, R. & MATTIOLI, E. 1995. Ecology of dinoflagellate cysts and calcareous nannofossils from bituminous facies of the Early Toarcian, Central Italy. *Europal*, **8**: 60-62.
- BUCEFALO PALLIANI, R. & MATTIOLI, E. 1998. High resolution integrated microbiostratigraphy of the Lower Jurassic (Late Pliensbachian-Early Toarcian) of central Italy. *Micropaleontology*, **17** (1): 153-172.
- BUCEFALO PALLIANI, R., MATTIOLI, E. & RIDING, J.B. 2002. The response of marine phytoplankton and sedimentary organic matter to the early Toarcian (Lower Jurassic) oceanic anoxic event in northern England. *Marine Micropaleontology*, **46** (3): 223-245.
- BUCEFALO PALLIANI, R. & RIDING, J.B. 1999. Relationships between the early Toarcian anoxic event and organic-walled phytoplankton in central Italy. *Marine Micropaleontology*, **37** (2): 101-116.
- BÁDENAS, B., AURELL, M., GARCÍA-RAMOS, J.C., GONZÁLEZ, B. & PIÑUELA, L. 2009. Sedimentary vs. diagenetic control on rhythmic calcareous successions (Pliensbachian of Asturias, Spain). *Terra Nova*, **21**: 162-170.
- CARRERAS, F., PORTER GARCÍA, J. M., OLMO ZAMORA, P., RAMÍREZ DEL POZO, J. & AGUILAR TOMÁS, M. J. 1978. Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja nº 83 (Reinosa). Madrid.
- CECCA, F. & MACCHIONI, F. 2004. The two Early Toarcian (Early Jurassic) extinction events in ammonoids. *Lethaia*, **37** (1): 35-56.
- CHIARI, M., COBIANCHI, M. & PICOTTI, V. 2007. Integrated stratigraphy (radiolarians and calcareous nannofossils) of the Middle to Upper Jurassic Alpine radiolarites (Lombardian Basin, Italy): Constraints to their genetic interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **249** (3): 233-270.
- CLAPS, M., ERBA, E., MASETTI, D. & MELCHIORRI, F. 1995. Milankovitch-type cycles recorded in Toarcian black shales from the Belluno Trough (Southern Alps, Italy). *Memorie di Scienze Geologiche*, **47**: 179-188.
- COBIANCHI, M. 1990. Biostratigrafia a nannofossili calcarei del Passaggio Domeriano-Toarciano in Val Navezze (Brescia). *Atti Ticinensi di Scienze della Terra*, **33**: 127-142.
- COBIANCHI, M. 1992. Sinemurian-Early Bajocian calcareous nannofossil biostratigraphy of the Lombardy Basin (Southern calcareous Alps; Northern Italy). *Atti Ticinensi di Scienze della Terra*, **35**: 61-106.
- COBIANCHI, M. & ERBA, E. 1990. Biostratigrafia a nannofossili calcarei del Giurassico del Bacino Lombardo (Alti Calcarei Meridionali) Biostratigraphy of Jurassic calcareous nannofossil in the Lombard Basin. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **45**: 150-151.
- COBIANCHI, M., ERBA, E. & PIRINI RADRIZZANI, C. 1992. Evolutionary trends of calcareous nannofossil genera *Lotharingius* and *Watznaueria* during the Early and Middle Jurassic. *Memorie di Scienze Geologiche*, **43**: 19-25.
- COBIANCHI, M. & PICOTTI, V. 2001. Sedimentary and biological response to sea-level and palaeoceanographic changes of a Lower-Middle Jurassic Tethyan platform margin (Southern Alps, Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **169** (3): 219-244.
- COCCIONI, R. & LUCIANI, V. 2005. Planktonic foraminifers across the Bonarelli Event (OAE2, latest Cenomanian): The Italian record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **224**: 167-185.

- COLMENERO-HIDALGO, E., FLORES, J.A. & SIERRO, F.J. 2002. Biometry of *Emiliania huxleyi* and its biostratigraphic significance in the Eastern North Atlantic Ocean and Western Mediterranean Sea in the last 20,000 years. *Marine Micropaleontology*, **46**: 247-263.
- COLMENERO-HIDALGO, E., FLORES, J.A., SIERRO, F.J., BÁRCENA, M.A., LÖWEMARK, L., SCHÖNFELD, J. & GRIMALT, J.O. 2004. Ocean surface water response to short-term climate changes revealed by coccolithophores from the Gulf of Cadiz (NE Atlantic) and Alboran Sea (W Mediterranean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **205** (4): 317-336.
- COMAS-RENGIFO, M.J., GARCÍA-MARTÍNEZ, J.C. & GOY, A. *in litt.* Sinemuriense Superior en Rodiles (Asturias): Biocronoestratigrafía y biohorizontes de ammonoideos. *Libro de resúmenes del V Congreso de Jurásico de España*.
- COMAS-RENGIFO, M.J., GÓMEZ, J.J., GOY, A., HERRERO, C., PERILLI, N. & RODRIGO, A. 1999. El Jurásico Inferior de la Sección de Almonacid de la Cuba (Sector Central de la Cordillera Ibérica, Zaragoza, España). *Cuadernos de Geología Ibérica*, **25**: 27-57.
- COMAS-RENGIFO, M.J., GOY, A., RIVAS, P. & YÉBENES, A. 1988. El Toarciense de Castillo Pedroso (Santander). *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. Ciencias de la Tierra, Geología*, **11**: 63-71.
- CORTÉS, M.Y., BOLLMANN, J. & THIERSTEIN, H.R. 2001. Coccolithophore ecology at the HOTstation ALOHA, Hawaii. *Deep-Sea Research II*, **48**: 1957-1981.
- COURTINAT, B., PITTET, B., MATTIOLI, E. & RIO, M. 2007. Marine microplankton and calcareous nannofossil palaeoecology of the Toarcian stratotype. *Geobios*, **40** (6): 785-800.
- COVINGTON, J.M. & WISE, S.W. 1987. Calcareous Nannofossil biostratigraphy of a Lower Cretaceous Deep-Sea fan complex: deep sea drilling project Leg 93 Site 603, lower continental rise off Cape Hatteras. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **93**: 617-660.
- CRUX, J.A. 1984. Biostratigraphy of Early Jurassic calcareous nannofossils from southwest Germany. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **169** (2): 160-186.
- CRUX, J.A. 1985. *Crepidolithus pliensbachensis nomen novum pro Crepidolithus ocellatus* CRUX 1984 *non* (BRAMLETTE & SULLIVAN) NOËL 1965. *INA Newsletter*, **7**: 31.
- CRUX, J.A. 1987a. Concerning Dimorphism in Early Jurassic Coccoliths and the Origin of the Genus *Discorhabdus* NOËL 1965. *Abh. Geol. B.-A.*, **39**: 51-55.
- CRUX, J.A. 1987b. Early Jurassic calcareous nannofossil biostratigraphy events. *Newsletter Stratigraphy*, **17** (2): 79-100.
- CURTIS, C.D. 1980. Diagenetic alteration in black-shales. *Journal of the Geological Society, London*, **137**: 189-194.
- DAHM, V.H. 1966. Stratigraphie und Paläogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien). *Beih. Geol. Jb.*, **44**: 13-54.
- DE BERNARDI, B., ZIVERI, P., ERBA, E. & THUNELL, R.C. 2005. Coccolithophore export production during the 1997-1998 El Niño event in Santa Barbara Basin (California). *Marine Micropaleontology*, **55** (2): 107-125.
- DE KAENEL, E. & BERGEN, J.A. 1993. New Early and Middle Jurassic coccolith taxa and biostratigraphy from the eastern proto-Atlantic (Morocco, Portugal and DSDP Site 547 B). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **86** (3): 861-907.
- DE KAENEL, E., BERGEN, J.A. & PERCH-NIELSEN, K. 1996. Jurassic calcareous nannofossil biostratigraphy of Western Europe. Compilation of recent studies and calibration of bioevents. *Bulletin de la Société Géologique de Les Cahiers de l'Université Catholique de Lyon, France*, **167** (1): 15-28.

- DEFLANDRE, G. 1952. Classe des Coccolithophoridés. *In: Traité de Zoologie*. GRASSÉ, P.P. Ed. pp. 439-470. Paris.
- DEFLANDRE, G. 1959. Sur les nannofossiles calcaires et leur systématique. *Revue de Micropaleontologie*, **2**: 127-152.
- DEFLANDRE, G. 1970. Présence de nannofossiles calcaires (coccolithes et incertae sedis) dans le Siluro-Dévonien d'Afrique du Nord. *Comptes Rendus (Hebdomadaires des Séances) de l'Académie des Sciences, Paris*, **270**: 1916-1921.
- DEFLANDRE, G. & DANGEARD, L. 1938. *Schizosphaerella*, un nouveau microfossile méconnu du Jurassique moyen et supérieur. *Comptes Rendus (Hebdomadaires des Séances) de l'Académie des Sciences, Paris*, **207**: 1115-1117.
- DEFLANDRE, G. & FERT, C. 1954. Observations sur les coccolithophorides actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique. *Annales de Paléontologie*, **40**: 115-176.
- DERA, G., PUCÉAT, E., PELLENARD, P., NEIGE, P., DELSATE, D., JOACHIMSKI, M.M., REISBERG, L. & MARTÍNEZ, M. 2009. Water mass exchange and variations in seawater temperature in the NW Tethys during the Early Jurassic: Evidence from neodymium and oxygen isotopes of fish teeth and belemnites. *Earth and Planetary Science Letters*, **286** (2): 198-207.
- DI NOCERA, S. & SCANDONE, P. 1977. Triassic nannoplankton limestones of deep basin origin in the Central Mediterranean Region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **21** (1): 101-111.
- DI STEFANO, E. & INCARBORA, A. 2004. High-resolution palaeoenvironmental reconstruction of ODP Hole 963D (Sicily Channel) during the last deglaciation based on calcareous nannofossils. *Marine Micropaleontology*, **52** (2): 241-254.
- DIMIZA, M.D., TRIANTAPHYLLOU, M.V. & DERMITZAKIS, M.D. 2008. Seasonality and ecology of living coccolithophores in Eastern Mediterranean coastal environments (Andros Island, Middle Aegean Sea). *Micropaleontology*, **54** (2): 159-175.
- DOCKERILL, H.J. 1987. *Triscutum*, a distinctive new coccolith genus from the Jurassic. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, **11** (1): 127-131.
- DUARTE, L.V., PERILLI, N., ANTONIOLI, L., RODRIGUES, R., CABRAL, M.C., DINO, R. & AZERÊDO, A.C. 2006. Evidências sedimentológicas, geoquímicas (COT) e micropaleontológicas nas fácies betuminosas do Sinemuriano terminal de Água de Madeiros (Portugal). *VII Congresso Nacional de Geologia*, **2**: 633-636.
- DUARTE, L.V., PERILLI, N., DINO, R., RODRIGUES, R. & PAREDES, R. 2004. Lower to Middle Toarcian from the Coimbra region (Lusitanian Basin, Portugal): Sequence stratigraphy, calcareous nannofossils and stable-isotopes evolution. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **110** (1): 115-127.
- DUBAR, G. 1925. Sur les formations du Lias et du Jurassique Supérieur dans les Asturies. *Comptes Rendus (Hebdomadaires des Séances) de l'Académie des Sciences, Paris*, **180**: 215-217.
- DUBAR, G. & MOUTERDE, R. 1958. Précisions sur le Lias des Asturies et sur l'existence de mouvements intrajurassiques dans cette région. *Comptes Rendus (Hebdomadaires des Séances) de l'Académie des Sciences, Paris*, **244**: 1234-1236.
- DUBAR, G., MOUTERDE, R. & LLOPIS, N. 1963. Première récolte d'une Ammonite de l'Hettangien inférieur dans les calcaires dolomitiques de la région d'Avilés (Asturies, Espagne du Nord). *Comptes Rendus (Hebdomadaires des Séances) de l'Académie des Sciences, Paris*, **257**: 2306-2308.
- ERBA, E. 1990. Calcareous nannofossil biostratigraphy of some Bajocian sections from the Digne area (SE France). *Memoire Descrittive della Carta Geologica D'Italia*, **40**: 237-256.

- ERBA, E. 1993. Speciation of Mesozoic Calcareous nannofossils forewarn anoxic events. *INA Newsletter*, **15** (2): 60-61.
- ERBA, E. 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marine Micropaleontology*, **52** (1): 85-106.
- ERBA, E. 2006. The first 150 million years history of calcareous nanoplankton: Biosphere-geosphere interactions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **232** (2): 237-250.
- ERBA, E., CASTRADORI, D., GUASTI, G. & RIPEPE, M. 1992. Calcareous nannofossils and Milankovitch cycles: the example of the Albian Gault Clay Formation (southern England). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **93** (1): 47-69.
- ERBA, E. & TREMOLADA, F. 2004. Nannofossil carbonate fluxes during the Early Cretaceous: Phytoplankton response to nutrification episodes, atmospheric CO<sub>2</sub>, and anoxia. *Paleoceanography*, **19** (PA1008): 1-18.
- FAUCONNIER, D., COURTINAT, B., GARDIN, S., LACHKAR, G. & RAUSCHER, R. 1996. Biostratigraphy of Jurassic and Triassic successions in the Balazuc-1 borehole (GPF Programme). Stratigraphic setting inferred from dinoflagellate cysts, pollen, spores and calcareous nannofossils. *Marine and Petroleum Geology*, **13** (6): 707-724.
- FAWCETT, T. 2006. An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, **27**: 861-874.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S., GOY, A. & URETA, S. 1988. El Toarciense superior, Aalenense y Bajociense en Camino (Santander). Precisiones bioestratigráficas. *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. Ciencias de la Tierra, Geología*, **11**: 47-62.
- FIORENTINO, A. 1991. Nannofossil stratigraphy of the Late Jurassic-Early Cretaceous Çay sequence, Western Pontides, Turkey. *Geologica Romana*, **27**: 113-133.
- FISCHER, A.G. 1982. Long-term climatic oscillation recorded in stratigraphy. In: *Climate in Earth History*. BERGER, W.H. & CROWELL, J.C. Eds. pp. 97-104. National Academic Press. Washington DC.
- FLORES, J.A., MARINO, M., SIERRO, F.J., HODELL, D.A. & CHARLER, C.D. 2003. Calcareous plankton dissolution pattern and coccolithophore assemblages during the last 600 kyr at ODP Site 1089 (Cape Basin, South Atlantic): paleoceanographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **196** (4): 409-426.
- FLORES, J.A. & SIERRO, F.J. 1997. Revised technique for calculation of calcareous nannofossil accumulation rates. *Micropaleontology*, **43** (3): 321-324.
- FLORES, J.A., SIERRO, F.J., FRANCÉS, G., VÁZQUEZ, A. & ZAMARREÑO, I. 1997. The last 100,000 years in the western Mediterranean: sea surface water and frontal dynamics as revealed by Coccolithophores. *Marine Micropaleontology*, **29**: 351-366.
- FRAGUAS, A., COMAS-RENGIFO, M.J., GÓMEZ, J.J. & GOY, A. 2010. Changes in calcareous nannofossil assemblages during the Pliensbachian/Toarcian boundary in Asturias (N Spain). Implications of the Early Toarcian extinction event. In: *Réunion Spécialisée de la S.G.F. en hommage à Serge Elmi, Peuplements et environnements jurassiques, Lyon (France), 22-24 avril 2010*. BARBE, D. et al. Eds. pp. 54-55. Lyon.
- FRAGUAS, A., COMAS-RENGIFO, M.J., GÓMEZ, J.J. & GOY, A. *in litt.* Changes in calcareous nannofossil assemblages across the Pliensbachian/Toarcian boundary in Asturias (N Spain). Implications of the Early Toarcian extinction event. *Bulletin de la Société Géologique de France*.



- FRAGUAS, A., COMAS-RENGIFO, M.J. & PERILLI, N. 2007a. Los nanofósiles calcáreos del Pliensbachense de la sección de Tudanca (Cuenca Vasco-Cantábrica, España). *Coloquios de Paleontología*, **57**: 225-269.
- FRAGUAS, A., COMAS-RENGIFO, M.J. & PERILLI, N. 2007b. Asociación de nanofósiles calcáreos del Pliensbachense de la sección de Tudanca (Cuenca Vasco-Cantábrica, España). In: *XXIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología (Caravaca de la Cruz, 3-6 de Octubre de 2007). Libro de Resúmenes*. BRAGA, J.C., CHECA, A. & COMPANY, M. Eds. pp. 60-61. Granada.
- FRAGUAS, A., COMAS-RENGIFO, M.J. & PERILLI, N. 2008a. Pliensbachian calcareous nannofossils of the Santotis section (Basque-Cantabrian Basin, N Spain). *Atti della Società toscana di scienze naturali, Memorie, Serie A*, **113**: 49-56.
- FRAGUAS, A. & ERBA, E. *in litt.* Biometric analyses as a tool for the differentiation of two coccolith species of the genus *Crepidolithus* (Pliensbachian, Lower Jurassic) in the Basque-Cantabrian Basin (Northern Spain). *Marine Micropaleontology*.
- FRAGUAS, A., PERILLI, N. & COMAS-RENGIFO, M.J. 2008b. Biostratigraphy of late Sinemurian-Pliensbachian calcareous nannofossils in northern Spain (Basque-Cantabrian Basin). *Journal of Nannoplankton Research 12th INA Conference, Lyon 2008, abstracts*, 58-59.
- FRAGUAS, A. & YOUNG, J.R. 2009. Morphologic evolution of the coccolith genus *Lotharingius* during the Upper Pliensbachian-Lower Toarcian interval in the Rodiles section (Asturias, Northern Spain). In: *Libro de Comunicaciones de las XXV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. PALMQVIST, P. & PÉREZ-CLAROS, J.A. Eds. pp. 298-302. Universidad de Málaga. Málaga.
- FRAGUAS, A. & YOUNG, J.R. *in press*. Evolution of the coccolith genus *Lotharingius* during the Late Pliensbachian–Early Toarcian interval in Asturias (N Spain). Consequences of the Early Toarcian environmental perturbations. *Geobios*.
- FRITSCH, F.E. 1929. Evolutionary sequence and affinities among the Protophyta. *Biological Reviews*, **4**: 103-151.
- GALLAGHER, L.T. 1989. *Reticulofenestra*: a critical review of taxonomy and evolution. In: *Nannofossils and their applications (Proceedings of the International Nannofossil Association Conference, London 1987)*. CRUX, J.A. & VAN HECK, S.E. Eds. pp. 41-75. London.
- GARCÍA-JORAL, F. & GOY, A. 2000. Stratigraphic distribution of Toarcian brachiopods from the Iberian range (Spain) and its relation to depositional sequences. *GeoResearch Forum*, **6**: 381-386.
- GARCÍA-JORAL, F. & GOY, A. 2009. Toarcian (Lower Jurassic) brachiopods in Asturias (Northern Spain): stratigraphic distribution, critical events and palaeobiogeography. *Geobios*, **42** (3): 255-264.
- GARCÍA-RAMOS, J. C., VALENZUELA, M. & SUÁREZ DE CENTI, C. 1992. Rampa carbonatada del Jurásico de Asturias. 92 pp. Universidad de Oviedo-Sociedad Geológica de España, Oviedo.
- GARDIN, S. 1991. Jurassic calcareous nannofossils from DSDP LEG 79: New data. *INA Newsletter*, **13** (2): 49-50.
- GARDIN, S. 1997. Les bioévénements à nannofossiles calcaires. In: *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen: Zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles*. CARIOU, E. & HANTZPERGUE, P. Eds. pp. 306-326. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*. Paris.

- GARDIN, S. & MANIVIT, H. 1994. Biostratigraphie des nannofossiles calcaires du Toarcien du Quercy (Sud-Ouest de la France). Comparaison avec la coupe stratypique de la cimenterie d'Airvault (Deux-Sèvres, France). *Geobios, Mémoire Spécial*, **17**: 229-244.
- GARTNER, S. 1968. Coccoliths and related calcareous nannofossils from Upper Cretaceous deposits of Texas and Arkansas. *The University of Kansas Paleontological Contributions*, Serial number **48-Protista**: 1-56.
- GARTNER, S. 1977. Nannofossils and biostratigraphy: An overview. *Earth-Science Reviews*, **13** (3): 227-250.
- GARTNER, S. & GENTILE, R. 1972. Problematic Pennsylvanian coccoliths from Missouri. *Micropaleontology*, **18** (4): 401-404.
- GASPARIKOVÁ, V. 1982. Liassic calcareous nannoflora from Klippen Belt (Czorsztyn Unit). *Zapadne Karpaty, séria paleontológia*, **8**: 159-170.
- GEISEN, M., BOLLMANN, J., HERRLE, J.O., MUTTERLOSE, J. & YOUNG, J.R. 1999. Calibration of the random settling technique for calculation of absolute abundances of calcareous nanoplankton. *Micropaleontology*, **45** (4): 437-442.
- GIBBS, S.J., BRALOWER, T.J., BOWN, P.R., ZACHOS, J.C. & BYBELL, L.M. 2006. Shelf and open-ocean calcareous phytoplankton assemblages across the Paleocene-Eocene Thermal Maximum: Implications for global productivity gradients. *Geology*, **34** (4): 233-236.
- GIBBS, S.J., SHACKLETON, N. & YOUNG, J.R. 2004. Orbitally forced climate signals in mid-Pliocene nannofossil assemblages. *Marine Micropaleontology*, **51** (1): 39-56.
- GIBBS, S.J., YOUNG, J.R., BRALOWER, T.J. & SHACKLETON, N. 2005. Nannofossil evolutionary events in the mid-Pliocene: an assessment of the degree of synchrony in the extinctions of *Reticulofenestra pseudoumbilicus* and *Sphenolithus abies*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **217** (2): 155-172.
- GIBBS, S.J., STOLL, H.M., BOWN, P.R. & BRALOWER, T.J. 2010. Ocean acidification and surface water carbonate production across the Paleocene-Eocene thermal maximum. *Earth and Planetary Science Letters*, **295** (4): 583-592.
- GIRAUD, F., PITTET, B., MATTIOLI, E. & AUDOUIN, V. 2006. Paleoenvironmental controls on the morphology and abundance of the coccolith *Watznaueria britannica* (late Jurassic, southern Germany). *Marine Micropaleontology*, **60**: 205-225.
- GIRGIS, M.H. 1986. A new preparation technique for calcareous nannofossils from organic-rich argillaceous sediments. *INA Newsletter*, **8**: 93-95.
- GÓMEZ, J.J. & ARIAS, C. 2010. Rapid warming and ostracods mass extinction at the Lower Toarcian (Jurassic) of central Spain. *Marine Micropaleontology*, **74** (1): 119-135.
- GÓMEZ, J.J. & GOY, A. 2000. Definition and Organization of Limestone-Marl Cycles in the Toarcian of the Northern and East-Central Part of the Iberian Subplate (Spain). *GeoResearch Forum*, **6**: 301-310.
- GÓMEZ, J.J. & GOY, A. 2005. Late Triassic and Early Jurassic palaeogeographic evolution and depositional cycles of the Western Tethys Iberian platform system (Eastern Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **222** (1): 77-94.
- GÓMEZ, J.J., GOY, A. & BARRÓN, E. 2007. Events around Triassic-Jurassic boundary in northern and eastern Spain: A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **244** (1): 89-110.
- GÓMEZ, J.J., GOY, A. & CANALES, M.L. 2008. Seawater temperature and carbon isotope variations in belemnites linked to mass extinction during the Toarcian (Early Jurassic) in Central and Northern Spain. Comparison with other European sections. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **258** (1): 28-58.

- GÓMEZ, J.J., GOY, A. & MÁRQUEZ-ALIAGA, A. 2005. Bioestratigrafía del tránsito Triásico–Jurásico en Asturias: ammonoideos y bivalvos entre Avilés y Caravia (España). *Geo-Temas*, **8**: 183-187.
- GORKA, H. 1957. Les Coccolithophoridés du Maestrichtien supérieur de Pologne. *Acta Palaeontologica Polonica*, **2** (2-3): 235-284.
- GOY, A., COMAS-RENGIFO, M.J., ARIAS, C., GÓMEZ, J.J., GONZÁLEZ, J.A., HERRERO, C., PALENCIA, A., PERILLI, N. & RODRIGO, A. 2006. The Pliensbachien/Toarcian boundary in the Almonacid de la Cuba section (Iberian Range, Spain). *Volumina Jurassica*, **4**: 164-166.
- GOY, A., GÓMEZ, J.J., HERRERO, C. & SUÁREZ-VEGA, L.C. 1997. El Toarciense inferior en el sector comprendido entre Rodiles y Lastres (Asturias). In: *Comunicaciones IV Congreso de Jurásico de España, Alcañiz (Teruel). 14-19 de septiembre de 1997*. MELÉNDEZ, G. & PÉREZ-URRESTI, I. Eds. pp. 81-82. Alcañiz, Teruel.
- GOY, A. & MARTÍNEZ, G. 2009. Paroniceratinae (Ammonoidea, Hildoceratidae) del Toarciense en las Cordilleras Ibérica y Cantábrica (España). *Geobios*, **42** (5): 603-622.
- GOY, A., MARTÍNEZ, G. & URETA, S. 1994. The Toarcian in the Pozazal-Reinosa region (Cantabrian Mountains, Spain). *Coloquios de Paleontología*, **46**: 93-127.
- GOY, G. 1981. Nannofossiles calcaires des schistes carton (Toarcien inferieur) du bassin de Paris. 459 pp. Documents de la RCP, BRGM, París.
- GOY, G., NOËL, D. & BUSSON, G. 1979. Les conditions de sedimentation des schistes-carton (Toarcien inf.) du Basin de Paris deduites de l'étude des nannofossiles calcaires et des diagraphies. *Documents du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, **75**: 33-57.
- GRÄFE, K.-U. 2005. Benthic foraminifers and palaeoenvironment in the Lower and Middle Jurassic of Western Basque-Cantabrian Basin (Northern Spain). *Journal of Iberian Geology*, **31** (2): 217-233.
- GRAVALOSA, J.M., FLORES, J.A., SIERRA, F.J. & GERSONDE, R. 2008. Sea surface distribution of coccolithophores in the eastern Pacific sector of the Southern Ocean (Bellingshausen and Amundsen Seas) during the late austral summer of 2001. *Marine Micropaleontology*, **69**: 16-25.
- GRÜN, W., PRINS, B. & ZWEILI, F. 1974. Coccolithophoriden aus dem Lias epsilon von Holzmaden (Deutschland). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **147** (3): 294-328.
- GRÜN, W. & ZWEILI, F. 1980. Das Kalkige Nannoplankton der Dogger-Malm-Grnze im Berner Jura bei Liesberg (Schweiz). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **123** (1): 231-341.
- GUTIÉRREZ, M. 1918. El terreno jurásico de la Región de Caderechas (Burgos). *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, Ciencias Naturales, Congreso de Sevilla*, **4** (1): 93-120.
- HAGINO, K. & OKADA, H. 2006. Intra- and infra-specific morphological variation in selected coccolithophore species in the equatorial and subequatorial Pacific Ocean. *Marine Micropaleontology*, **58** (3): 184-206.
- HAGINO, K., OKADA, H. & MATSUOKA, H. 2005. Coccolithophore assemblages and morphotypes of *Emiliania huxleyi* in the boundary zone between the cold Oyashio and warm Kuroshio currents off the coast of Japan. *Marine Micropaleontology*, **55** (1): 19-47.
- HALL, R.L., KENDALL, D.R., TAYLOR, D.G. & CRAIG, J. 2000. A new ammonite and coccolith fauna from the lowermost Fernie Formation (Hettangian) in northwestern Alberta, Canada. *Canadian Journal of Earth Science*, **37** (10): 1373-1376.

- HALLAM, A. 1961. Cyclothems, Transgressions and Faunal Change in the Lias of North-West Europe. *Transactions of the Edinburgh Geological Society*, **18**: 132-174.
- HALLAM, A. 1981. A revised sea-level curve for the early Jurassic. *Journal of the Geological Society, London*, **138** (6): 735-743.
- HALLAM, A. 1997. Estimates of the amount and rate of sea-level change across the Rhaetian-Hettangian and Pliensbachian-Toarcian boundaries (latest Triassic and early Jurassic). *Journal of the Geological Society, London*, **154** (5): 773-779.
- HALLAM, A. 2001. A review of the broad pattern of Jurassic sea-level changes and their possible causes in the light of current knowledge. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **167** (1): 23-37.
- HALLAM, A. & WIGNALL, P.B. 1999. Mass extinctions and sea-level changes. *Earth-Science Reviews*, **48** (4): 217-250.
- HAMILTON, G. 1977. Early Jurassic calcareous nannofossils from Portugal and their biostratigraphic use. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **70** (2): 575-597.
- HAMILTON, G. 1979. Lower and Middle Jurassic calcareous nannofossils from Portugal. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **72** (1): 1-17.
- HAMILTON, G. 1982. Triassic and Jurassic calcareous nannofossils. In: *A Stratigraphical Index of Calcareous Nannofossils*. LORD, A.R. Ed. pp. 17-39. Ellis Horwood Limited. London.
- HAMMER, Ø. & HARPER, D.A.T. 2006. Paleontological Data Analysis. 351pp. Blackwell. London.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. PAST: palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**: 9 pp.
- HAQ, B.U. 1978. Calcareous nannoplankton. In: *Introduction to Marine Micropaleontology*. HAQ, B.U. & BOERSMA, A. Eds. pp. 79-107. Elsevier. New York.
- HARDAS, P. & MUTTERLOSE, J. 2007. Calcareous nannofossil assemblages of Oceanic Anoxic Event 2 in the equatorial Atlantic: Evidence of an eutrophication event. *Marine Micropaleontology*, **66** (1): 52-69.
- HARRIES, P.J. & KNORR, P.O. 2009. What does the 'Lilliput Effect' mean? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **284** (1): 4-10.
- HARRIES, P.J. & LITTLE, C.T.S. 1999. The Early Toarcian (Early Jurassic) and the Cenomanian-Turonian (Late Cretaceous) mass extinctions: similarities and contrasts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **154** (1): 39-66.
- HAY, W.W. & MOHLER, H.P. 1967. Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene-early Eocene correlations. *Journal of Paleontology*, **41** (6): 1505-1541.
- HAY, W.W., MOHLER, H.P. & WADE, M.E. 1966. Calcareous nannofossils from Nal'chik (northwest Caucasus). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **59**: 379-399.
- HENDERIKS, J. 2008. Coccolithophore size rules-Reconstructing ancient geometry and cellular calcite quota from fossil coccoliths. *Marine Micropaleontology*, **67**: 143-154.
- HENDERIKS, J. & PAGANI, M. 2008. Coccolithophore cell size and the Paleogene decline in atmospheric CO<sub>2</sub>. *Earth and Planetary Science Letters*, **269** (4): 576-584.
- HENDERIKS, J. & RENAUD, S. 2004. Coccolith size increase of *Calcidiscus leptoporus* offshore Morocco during the Last Glacial Maximum: an expression of enhanced glacial productivity? *Journal of Nannoplankton Research*, **26** (1): 1-12.
- HENDERIKS, J. & TÖRNER, A. 2006. Reproducibility of coccolith morphometry: Evaluation of spraying and smear slide preparation techniques. *Marine Micropaleontology*, **58** (1): 207-218.

- HERMOSO, M., LE CALLONNEC, L., MINOLETTI, F., RENARD, M. & HESSELBO, S.P. 2009. Expression of the Early Toarcian negative carbon-isotope excursion in separated carbonate microfractions (Jurassic, Paris Basin). *Earth and Planetary Science Letters*, **277** (2): 194-203.
- HERRERO, C. 1998. Foraminíferos del Pliensbachense en la sección de Camino (Cuenca Vasco-Cantábrica, España). *Cuadernos de Geología Ibérica*, **24**: 121-139.
- HERRLE, J.O. 2003. Reconstructing nutricline dynamics of mid-Cretaceous oceans: evidence from calcareous nannofossils from the Niveau Paquier black shale (SE France). *Marine Micropaleontology*, **47**: 307-321.
- HERRLE, J.O. & BOLLMANN, J. 2004. Accuracy and reproducibility of absolute nannoplankton abundances using the filtration technique in combination with a rotary sample splitter. *Marine Micropaleontology*, **53** (4): 389-404.
- HESSELBO, S.P., GRÖCKE, D.R., JENKYN, H.C., BJERRUM, C.J., FARRIMOND, P., MORGANS BELL, H.S. & GREEN, O.R. 2000. Massive dissociation of gas hydrate during a Jurassic oceanic anoxic event. *Nature*, **406**: 392-395.
- HESSELBO, S.P., JENKYN, H.C., DUARTE, L.V. & VEIGA DE OLIVEIRA, L.C. 2007. Carbon-isotope record of the Early Jurassic (Toarcian) Oceanic Anoxic Event from fossil wood and marine carbonate (Lusitanian Basin, Portugal). *Earth and Planetary Science Letters*, **253** (2): 455-470.
- HIBBERD, D.J. 1972. Chrysophyta: definition and interpretation. *British Phycological Society*, **7**: 281.
- HIBBERD, D.J. 1976. The ultrastructure and taxonomy of the Chrysophyceae and Prymnesiophyceae (Haptophyceae): a survey with some new observations on the ultrastructure of the Chrysophyceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **72**: 55-80.
- HOFFMANN, V.N. 1970. Coccolithineen aus der weißen Schreibkreide (Unter-Maastricht) von Jasmund auf Rügen. *Geologie*, **19**: 846-879.
- HONJO, S. 1975. Dissolution of suspended coccoliths in the deep-sea water column and sedimentation of coccolith ooze. *Cushman Found. Foraminiferal Res., Spec. Publ.*, **13**: 115-128.
- HUANG, L. 1997. Calcareous nannofossil biostratigraphy in the Pearl River Mouth Basin, South China Sea, and Neogene reticulofenestrid coccoliths size distribution pattern. *Marine Micropaleontology*, **32** (1): 31-57.
- HYLTON, M.D. & HART, M. 2000. Benthic Foraminiferal Response to Pliensbachian-Toarcian (Lower Jurassic) Sea-Level Change and Oceanic Anoxia in NW Europe. *GeoResearch Forum*, **6**: 455-462.
- JAFAR, S.A. 1983. Significance of Late Triassic Calcareous Nannoplankton from Austria and Southern Germany. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **166** (2): 218-259.
- JANOFKSKE, D. 1992. Calcareous nannofossils of the Alpine Upper Triassic. *Knihovnicka ZPN*, **14a** (1): 87-109.
- JENKYN, H.C. 1988. The Early Toarcian (Jurassic) anoxic event: stratigraphic, sedimentary and geochemical evidence. *American Journal of Sciences*, **288**: 101-151.
- JENKYN, H.C. 2003. Evidence for rapid climate change in the Mesozoic-Palaeogene greenhouse world. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A*, **361**: 1885-1916.
- JENKYN, H.C. & CLAYTON, C.J. 1986. Black shales and carbon isotopes in pelagic sediments from the Tethyan Lower Jurassic. *Sedimentology*, **33** (1): 87-106.

- JENKYN, H.C., GÉCZY, B. & MARSHALL, J.D. 1991. Jurassic manganese carbonates of Central Europe and the Early Toarcian anoxic event. *The Journal of Geology*, **99** (2): 137-149.
- JENKYN, H.C., GRÖCKE, D.R. & HESSELBO, S.P. 2001. Nitrogen isotope evidence for after mass denitrification during the early Toarcian (Jurassic) oceanic anoxic event. *Paleoceanography*, **16** (6): 593-603.
- JENKYN, H.C., JONES, C.E., GRÖCKE, D.R., HESSELBO, S.P. & PARKINSON, D.N. 2002. Chemostratigraphy of the Jurassic System: applications, limitations and implications for palaeoceanography. *Journal of the Geological Society, London*, **158**: 351-378.
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. 1904. Datos para el estudio del Sistema Liásico en Asturias. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **4**: 298-305.
- KÄLIN, O. & BERNOULLI, D. 1984. *Schizosphaerella* DEFLANDRE & DANGEARD in Jurassic deep-water carbonate sediments, Mazagan continental margin (Hole 547B) and Mesozoic Tethys. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **79**: 411-435.
- KAMEO, K. & TAKAYAMA, T. 1999. Biostratigraphic significance of sequential size variations of the calcareous nannofossil genus *Reticulofenestra* in the Upper Pliocene of the North Atlantic. *Marine Micropaleontology*, **37** (1): 41-52.
- KAMPTNER, E. 1954. Untersuchungen über den Feinbau der Coccolithen. *Archiv für Protistenkunde*, **100**: 1-90.
- KELLER, G. & ABRAMOVICH, S. 2009. Lilliput effect in late Maastrichtian planktic foraminifera: Response to environmental stress. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **284** (1): 47-62.
- KEMP, D.B., COE, A.L., COHEN, A.S. & SCHWARK, L. 2005. Astronomical pacing of methane release in the Early Jurassic period. *Nature*, **437** (15): 396-399.
- KINKEL, H., BAUMANN, K.-H. & CEPEK, M. 2000. Coccolithophores in the equatorial Atlantic Ocean: Response to seasonal and Late Quaternary surface water variability. *Marine Micropaleontology*, **39**: 89-112.
- KNAPPERTSBUSCH, M. 2000. Morphologic evolution of the coccolithophore *Calcidiscus leptoporus* from the Early Miocene to Recent. *Journal of Paleontology*, **74**: 712-730.
- KNAPPERTSBUSCH, M., CORTÉS, M.Y. & THIERSTEIN, H.R. 1997. Morphologic variability of the coccolithophorid *Calcidiscus leptoporus* in the plankton, surface sediments and from the Early Pleistocene. *Marine Micropaleontology*, **30** (2): 293-317.
- LANGER, G., GEISEN, M., BAUMANN, K.-H., KLÄS, J., RIEBESELL, U., THOMS, S. & YOUNG, J.R. 2006. Species-specific responses of calcifying algae to changing seawater carbonate chemistry. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **7** (9): doi: 10.1029/2005GC001227.
- LARSON, R.L. 1991. Geological consequences of superplumes. *Geology*, **19**: 963-966.
- LAZARRET, F. 1896. Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des provinces d'Alava et de Logroño. Thèse Fac. Sciences Paris, *Mémoires Société Géologique de la France*, **27**, 310 pp. Paris.
- LEES, J.A., BOWN, P.R. & YOUNG, J.R. 2006. Photic zone palaeoenvironments of the Kimmeridge Clay Formation (Upper Jurassic, UK) suggested by calcareous nannoplankton palaeoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **235**: 110-134.
- LEES, J.A., BOWN, P.R., YOUNG, J.R. & RIDING, J.B. 2004. Evidence for annual records of phytoplankton productivity in the Kimmeridge Clay Formation coccolith stone bands (Upper Jurassic, Dorset, UK). *Marine Micropaleontology*, **52** (1): 29-49.
- LINNERT, C. & MUTTERLOSE, J. 2009a. Biometry of the Late Cretaceous *Arkhangelskiella* group: ecophenotypes controlled by nutrient flux. *Cretaceous Research*, **30**: 1193-1204.

- LINNERT, C. & MUTTERLOSE, J. 2009b. Evidence of increasing surfacewater oligotrophy during the Campanian–Maastrichtian boundary interval: Calcareous nannofossils from DSDP Hole 390A (Blake Nose). *Marine Micropaleontology*, **73** (1): 26-36.
- LITTLE, C.T.S. & BENTON, M.J. 1995. Early Jurassic mass extinction: A global long-term event. *Geology*, **23** (6): 495-498.
- LLOPIS, N. 1961. Estudio geológico de la región del Cabo Peñas. *Boletín Geológico y Minero*, **72**: 235-248.
- LOHMANN, H. 1902. Die Coccolithophoridae, eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Mittelmeerauftriebs. *Archiv für Protistenkunde*, **1** (1): 89-165.
- LOTOTSKAYA, A., ZIVERI, P., GANSSSEN, G.M. & VAN HINTE, J.E. 1998. Calcareous Nannofloral response to Termination II at 45°N, 25°W (northeast Atlantic). *Marine Micropaleontology*, **34** (1): 47-70.
- LOZAR, F. 1992. Biostratigrafia a Nannofossili calcarei nel Lias: risultati di alcune sezioni nel Bacino Lombardo e nel Bacino Delfinese. *Paleopelagos*, **2**: 89-98.
- LOZAR, F. 1995. Calcareous nannofossil biostratigraphy of Lower Liassic from Western Tethys. *Palaeontographia Italica*, **82**: 91-121.
- MACCHIONI, F. 2002. Myths and legends in the correlation between the Boreal and Tethyan Realms. Implications on the dating of the Early Toarcian mass extinctions and the Oceanic Anoxic Event. *Geobios, Mémoire Spécial*, **35**: 150-164.
- MAILLIOT, S., ELM, S., MATTIOLI, E. & PITTET, B. 2007. Calcareous nannofossil assemblages across the Pliensbachian/Toarcian boundary at the Peniche section (Ponta do Trovao, Lusitanian Basin). *Ciências da Terra (UNL), Lisboa*, **16**: 51-62.
- MAILLIOT, S., MATTIOLI, E., BARTOLINI, A., BAUDIN, F., PITTET, B. & GUÉX, J. 2009. Late Pliensbachian–Early Toarcian (Early Jurassic) environmental changes in an epicontinental basin of NW Europe (Causses area, central France): A micropaleontological and geochemical approach. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **273** (3-4): 346-364.
- MAILLIOT, S., MATTIOLI, E., GUÉX, J. & PITTET, B. 2006b. The Early Toarcian anoxia, a synchronous event in the Western Tethys? An approach by quantitative biochronology (Unitary Associations), applied on calcareous nannofossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **240** (4): 562-586.
- MAILLIOT, S., MATTIOLI, E., PITTET, B. & PERILLI, N. 2006a. The Pliensbachian/Toarcian boundary: the record of calcareous nannofossil at Peniche (Ponta do Trovao, Lusitanian Basin). *ISJS Newsletter*, **33**: 13-14.
- MAIORANO, P. & MARINO, M. 2004. Calcareous nannofossil bioevents and environmental control on temporal and spatial patterns at the early–middle Pleistocene. *Marine Micropaleontology*, **53** (4): 405-422.
- MATTIOLI, E. 1993. Quantitative analysis of calcareous nannofossils in the Liassic portion of Pozzale section (Martini Mts., Central Italy): preliminary report. *Paleopelagos*, **3**: 257-274.
- MATTIOLI, E. 1994. Calcareous nannofossils of the Toarcian-Aalenian of the Fiuminata section (Central Apennines, Italy). *Paleopelagos*, **4**: 175-187.
- MATTIOLI, E. 1995. Late Liassic calcareous nannofossils from the Pozzale Section (Martini Mts., Central Italy): a quantitative approach to evaluate productivity and diagenesis. In: *5th INA Conference in Salamanca Proceedings*. FLORES, J.A. & SIERRO, F.J. Eds. pp. 163-183. Salamanca.

- MATTIOLI, E. 1996. New calcareous nannofossil species from the Early Jurassic of Tethys. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **102** (3): 397-412.
- MATTIOLI, E. 1997. Nannoplankton productivity and diagenesis in the rhythmically bedded Toarcian-Aalenian Fiuminata section (Umbria-Marche Apennine, central Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **130** (1): 113-133.
- MATTIOLI, E. & CLAPS, M. 1996. Productivity fluctuations and climatic-orbital cycles recorded in the Early Jurassic pelagic sequences of the Central Apennines. *Palaeopelagos*, **6**: 408.
- MATTIOLI, E. & ERBA, E. 1999. Synthesis of calcareous nannofossil events in Tethyan Lower and Middle Jurassic successions. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **105** (3): 343-376.
- MATTIOLI, E. & PITTET, B. 2002. Contribution of calcareous nannoplankton to carbonate deposition: a new approach applied to the Lower Jurassic of central Italy. *Marine Micropaleontology*, **45** (2): 175-190.
- MATTIOLI, E. & PITTET, B. 2004. Spatial and temporal distribution of calcareous nannofossils along a proximal-distal transect in the Lower Jurassic of the Umbria Marche Basin (central Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **205** (3): 295-316.
- MATTIOLI, E., PITTET, B., BUCEFALO PALLIANI, R., RÖHL, H.-J., SCHMID-RÖHL, A. & MORETTINI, E. 2004b. Phytoplankton evidence of the timing and correlation of palaeoceanographical changes during the early Toarcian oceanic anoxic event (Early Jurassic). *Journal of the Geological Society, London*, **161**: 685-693.
- MATTIOLI, E., PITTET, B., PETITPERRE, L. & MAILLIOT, S. 2009. Dramatic decrease of pelagic carbonate production by nannoplankton across the Early Toarcian anoxic event (T-OAE). *Global and Planetary Change*, **65** (3-4): 134-145.
- MATTIOLI, E., PITTET, B., SUAN, G. & MAILLIOT, S. 2008. Calcareous nannoplankton changes across the early Toarcian oceanic anoxic event in the western Tethys. *Paleoceanography*, **23**: PA3208 (doi: 10.1029/2007PA001435).
- MATTIOLI, E., PITTET, B., YOUNG, J.R. & BOWN, P.R. 2004a. Biometric analysis of Pliensbachian-Toarcian (Lower Jurassic) coccoliths of the family Biscutaceae: intra- and interspecific variability versus palaeoenvironmental influence. *Marine Micropaleontology*, **52** (1): 5-27.
- MCCARTHER, J.M., DONOVAN, D.T., THIRLWALL, M.F., FOUKE, B.W. & MATTEY, D. 2000. Strontium isotope profile of the early Toarcian (Jurassic) oceanic anoxic event, the duration of ammonite biozones, and belemnite palaeotemperatures. *Earth and Planetary Science Letters*, **179** (2): 269-285.
- MCELWAIN, J.C., WADE-MURPHY, J. & HESSELBO, S.P. 2005. Changes in the carbon dioxide during an anoxic event linked to intrusion into Godwana coals. *Nature*, **435** (26): 479-482.
- MCINTYRE, A. & BÉ, A.W.H. 1967. Modern Coccolithophoridae of the Atlantic Ocean I. Placoliths and Cyrtoliths. *Deep-Sea Research*, **14**: 561-597.
- MCINTYRE, A., BÉ, A.W.H. & ROCHE, M.B. 1970. Modern Pacific coccolithophorida: a paleontological thermometer. *Transactions of the New York Academy of Sciences Series II*, **32** (6): 720-731.
- MEDD, A.W. 1971. Some Middle and Upper Jurassic Coccolithophoridae from England and France. *Institute of Geological Sciences, London, England*, 821-845.
- MEDD, A.W. 1979. The Upper Jurassic coccoliths from the Haddenham and Gamlingay boreholes (Cambridgeshire, England). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **72** (1): 19-109.
- MEDD, A.W. 1982. Nannofossil zonation of the English Middle and Upper Jurassic. *Marine Micropaleontology*, **7** (1): 73-95.



- MELÉNDEZ HEVIA, F. 1976. El interés petrolífero del Jurásico marino de la parte SW. de la Cuenca Cantábrica. In: *II Jornadas Nacionales del Petróleo y Gas Natural. Ponencia I, Exploración y producción/Jornadas Nacionales del Petróleo y Gas Natural (1975, Madrid)*. pp. 117-137. Sindicato Nacional del Combustible. Madrid.
- MILLIMAN, J.D. 1993. Production and accumulation of calcium carbonate in the ocean-budget of a nonsteady state. *Global Biogeochemical Cycle*, **7**: 927-957.
- MINOLETTI, F., HERMOSO, M. & GRESSIER, V. 2009. Separation of sedimentary micron-sized particles for palaeoceanography and calcareous nannoplankton biogeochemistry. *Nature Protocol*, **4** (1): 14-24.
- MOHAN, R., MERGULHAO, L.P., GUPTHA, M.V.S., RAJAKUMAR, A., THAMBAN, M., ANILKUMAR, N., SUDHAKAR, M. & RAVINDRA, R. 2008. Ecology of coccolithophores in the Indian sector of the Southern Ocean. *Marine Micropaleontology*, **67** (1): 30-45.
- MOLINA, E. 2004. Cocolitofóridos y otros nanofósiles calcáreos. In: *Micropaleontología*. MOLINA, E. Ed. pp. 325-340.
- MORETTINI, E., SANTANTONIO, M., BARTOLINI, A., CECCA, F., BAUMGARTNER, P.O. & HUNZIKER, J.C. 2002. Carbon isotope stratigraphy and carbonate production during the Early–Middle Jurassic: examples from the Umbria–Marche–Sabina Apennines (central Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **184** (3): 251-273.
- MORTEN, S.D. & TWITCHETT, R.J. 2009. Fluctuations in the body size of marine invertebrates through the Pliensbachian–Toarcian extinction event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **284** (1): 29-38.
- MOSHKOVITZ, S. 1974. A new method for observing the same nannofossil specimens both by Light Microscope and Scanning Electron Microscope and Preservation of Types. *Israel Journal of Earth-Sciences*, **23**: 145-147.
- MOSHKOVITZ, S. 1979. On the distribution of *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD and *Schizosphaerella astraeta* n.sp. in the Liassic section of Stowell Park Borehole (Gloucestershire) and in some other Jurassic localities in England. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **72** (2): 455-465.
- MOSHKOVITZ, S. & EHRLICH, A. 1976. Distribution of Middle and Upper Jurassic calcareous nannofossils in the Northeastern Negev, Israel and in Gebel Maghara, Northern Sinai. *Geological Survey of Israel Bulletin*, **69**: 1-47.
- MOUTERDE, R. 1955. Le Lias de Peniche. *Collections des Services Géologiques du Portugal*, **36**: 87-115.
- MOUTERDE, R. 1967. Le Lias Moyen de Sao Pedro de Muel (Portugal). *Collections des Services Géologiques du Portugal*, **52**: 185-208.
- MOUTERDE, R. & SUÁREZ-VEGA, L.C. 1971. Las Zonas de Ammonites del Jurásico Inferior y Medio de España. *I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica, 20-25 de septiembre, Madrid-Lisboa*, **1** (1): 473-478.
- MUTTERLOSE, J. 1989. Temperature-controlled migration of calcareous nannofloras in the north-west European Aptian. In: *Nannofossils and their applications (Proceedings of the International Nannofossil Association Conference, London 1987)*. CRUX, J.A. & VAN HECK, S.E. Eds. pp. 122-144. Ellis Horwood Limited. Chichester.
- NICOSIA, U. & PALLINI, G. 1977. Ammonites and Calcareous nannoplankton of the Toarcian "Rosso Ammonitico" in the exposures of M. La Pelosa (Terni, Central Apennines, Italy). *Geologica Romana*, **16**: 263-283.

- NOCCHI, M. & BARTOLINI, A. 1994. Investigation on Late Domerian-Early Toarcian *Lagenina* and *Glomospirella* assemblages in the Umbria-Marche Basin (Central Italy). *Geobios*, **17**: 689-699.
- NOËL, D. 1957. Coccolithes des terrains Jurassiques de l'Algérie. *Publications du Service de la Carte Géologique de l'Algérie*, **2** (8): 303-345.
- NOËL, D. 1965a. Sur les coccolithes du Jurassiques européen et d'Afrique du Nord. Essai de classification des Coccolithes fossiles. *Centre National de la Recherche scientifique. CNRS Paris*, **VII**: 1-209.
- NOËL, D. 1965b. Note préliminaire sur des Coccolithes jurassiques. *Cahiers de Micropaléontologie*, **1** (1): 1-12.
- NOËL, D. 1973. Nannofossiles calcaires de sédiments jurassiques finement laminés. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, **75** (1): 95-156.
- NOËL, D., BUSSON, G., CORNÉE, A. & MANGIN, A.-M. 1994. Le Nannoplankton calcaire et la Formation des alternances calcaires-marnes dans le Lias des bassins de Marches-Ombrie (Italie). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **99** (4): 515-550.
- OGG, J.G. 2004. The Jurassic Period. In: *A geologic time scale*. GRADSTEIN, F., OGG, J.G. & SMITH, A. Eds. pp. 307-343. Cambridge University Press. Cambridge.
- OKADA, H. 1992. Use of microbeads to estimate the absolute abundance of nannofossils. *INA Newsletter*, **14** (3): 96-97.
- OKADA, H. 2000. An improved filtering technique for calculation of calcareous nannofossil accumulation rates. *Journal of Nannoplankton Research*, **22** (3): 103-104.
- OKADA, H. & HONJO, S. 1973. The distribution of oceanic coccolithophores in the Pacific. *Deep-Sea Research*, **20**: 355-374.
- OKADA, H. & MCINTYRE, A. 1977. Modern coccolithophores of the Pacific and North Atlantic Oceans. *Micropaleontology*, **23** (1): 1-55.
- OKADA, H. & WELLS, P. 1997. Late Quaternary nannofossil indicators of climate change in two deep-sea cores associated with the Leeuwin current off Western Australia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **131** (4): 413-432.
- PÁLFY, J. & SMITH, P.L. 2000. Synchrony between Early Jurassic extinction, oceanic anoxic event, and the Karoo-Ferrar flood basalt volcanism. *Geology*, **28** (8): 747-750.
- PARKE, M., MANTON, I. & CLARKE, B. 1955. Studies on marine flagellates II. Three new species of Chrysochromulina. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*, **34**: 579-609.
- PASCHER, A. 1914. Über flagellaten und algen. *Deutsche Botanische Gesellschaft, Berichte*, **32**: 136-160.
- PERCH-NIELSEN, K. 1968. Der feinbau und die Klassifikation der Coccolithen aus dem Maastrichtien von Dänemark. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Seiskab Biologiske Skrifter*, **16** (1): 1-96.
- PERCH-NIELSEN, K. 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils. In: *Plankton Stratigraphy*. BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. Eds. pp. 329-426. Cambridge University Press. Cambridge.
- PERILLI, N. 1999a. Calibration of Early-Middle Toarcian Nannofossil events in two expanded and continuous sections from the Basque-Cantabrian area (Northern Spain). *Revista Española de Micropaleontología*, **3** (3): 393-401.
- PERILLI, N. 1999b. Calcareous nannofossil biostratigraphy of Toarcian-Aalenian transition at Fuentelsaz section (Iberian Range, East Spain). *Cuadernos de Geología Ibérica*, **25**: 189-212.

- PERILLI, N. 2000. Calibration of early-middle Toarcian nannofossil events based on high-resolution ammonite biostratigraphy in two expanded sections from the Iberian Range (East Spain). *Marine Micropaleontology*, **39** (4): 293-308.
- PERILLI, N. & COMAS-RENGIFO, M.J. 2000. Pliensbachian calcareous nannofossil events of the Tudanca and Santotis sections (Basque-Cantabrian area, N Spain). *Journal of Nannoplankton Research (8th INA Conference, Bremen 2000, Programme and Abstract)*, **22** (2): 132.
- PERILLI, N. & COMAS-RENGIFO, M.J. 2002. Calibration of Pliensbachian calcareous nannofossils events in two ammonite-controlled sections from Northern Spain. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **108** (1): 133-152.
- PERILLI, N., COMAS-RENGIFO, M.J. & GOY, A. 2004. Calibration of the Pliensbachian-Toarcian calcareous nannofossil zone boundaries based on Ammonites (Basque-Cantabrian area, Spain). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **110** (1): 97-107.
- PERILLI, N. & DUARTE, L.V. 2002. Toarcian calcareous nannofossil events from the Lusitanian Basin (Portugal): certainties vs. doubts. *Journal of Nannoplankton Research (9th INA Conference, Parma 2002, Abstract and Programme)*, **24** (2): 144.
- PERILLI, N. & DUARTE, L.V. 2003. Dating of the Toarcian succession from the Lusitanian Basin based on calcareous nannofossil. *Ciências da Terra (UNL), Lisboa*, nº esp. **V**, CD-ROM: A122-A125.
- PERILLI, N. & DUARTE, L.V. 2006. Toarcian nannohorizons from Lusitanian Basin (Portugal) and their calibration against Ammonite Zones. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **112** (3): 417-434.
- PERILLI, N., FRAGUAS, A. & COMAS-RENGIFO, M.J. 2010. Reproducibility and reliability of the Pliensbachian calcareous nannofossil biohorizons from the Basque-Cantabrian Basin (Northern Spain). *Geobios*, **43** (1): 77-85.
- PERILLI, N., REALE, V. & VEIGA DE OLIVEIRA, L.C. 2008. Ages of the onset of marly sedimentation and of the black shales in the Tuscan Basin (Northern Apennines, Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **114** (3): 471-487.
- PERILLI, N., RODRIGUES, R., VEIGA DE OLIVEIRA, L.C. & CATANZARITI, R. 2009. Lower Toarcian organic-rich sediments from the Tuscan Succession (Northern Apennines, Italy): preliminary results. *Volumina Jurassica*, **VII**: 55-65.
- PERILLI, N., VEIGA DE OLIVEIRA, L.C., COMAS-RENGIFO, M.J. & DUARTE, L.V. 2006. Pliensbachian calcareous nannofossil zones vs. ammonite zones along the western and northern margins of the Iberian Massif and biostratigraphical potencial of nannobiohorizons. *Volumina Jurassica*, **4**: 202-203.
- PICOTTI, V. & COBIANCHI, M. 1996. Jurassic periplatform sequences of the Eastern Lombardian Basin (Southern Alps). The deep-sea record of the tectonic evolution, growth and demise history of a carbonate platform. *Memorie di Scienze Geologiche*, **48**: 171-219.
- PIENAAR, R.N. 1994. Ultrastructure and calcification of coccolithophores. In: *Coccolithophores*. WINTER, A. & SIESSER, W.G. Eds. pp. 13-38. Cambridge University Press. Cambridge.
- PIRINI RADRIZZANI, C. 1971. Coccoliths from Permian deposits of eastern Turkey. *Proceedings of the II planktonic conference Roma 1970*, **2**: 993-1001.
- PITTET, B. & MATTIOLI, E. 2002. The carbonate signal and calcareous nannofossil distribution in an Upper Jurassic section (Balingen-Tieringen, Late Oxfordian, southern Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **179** (1-2): 71-96.
- PRINS, B. 1969. Evolution and Stratigraphy of Coccolithinids from the Lower and Middle Lias. *Proceeding on First International Conference on Planktonic Microfossils*, **2**: 547-558.

- PUJALTE, V., ROBLES, S. & VALLES, J.C. 1988. El Jurásico de las zonas de alto sedimentario relativo del borde SW de la Cuenca Vasco-Cantábrica (Rebolledo de la Torre, Palencia). *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. Ciencias de la Tierra, Geología*, **11**: 85-93.
- QUESADA, S., DORRONSORO, C. & ROBLES, S. 1995. Genetic relationship between the oil of the Ayoluengo field and the Liassic source-rock of the Southwestern of the Basque-Cantabrian Basin (Northern Spain). *In: Organic Geochemistry: Developments and Applications to Energy, Climate, Environment and Human History*. GRIMALT, J.O. & DORRONSORO, C. Eds. pp. 461-463. A.I.G.O.A. San Sebastián.
- QUESADA, S., DORRONSORO, C., ROBLES, S., CHALER, R. & GRIMALT, J.O. 1997. Geochemical correlation of oil from the Ayoluengo field to Liassic black shale units in the southwestern Basque-Cantabrian Basin (northern Spain). *Organic Geochemistry*, **27** (1): 25-40.
- QUESADA, S. & ROBLES, S. 1995. Organic geochemistry, distribution and depositional dynamics of the Liassic organic facies of the Basque-Cantabrian Basin (Northern Spain). *In: Organic Geochemistry: Developments and Applications to Energy, Climate, Environment and Human History*. GRIMALT, J.O. & DORRONSORO, C. Eds. pp. 464-465. A.I.G.O.A. San Sebastián.
- QUESADA, S., ROBLES, S. & PUJALTE, V. 1991. Correlación secuencial y sedimentológica entre los registros de sondeos y series de superficie del Jurásico Marino de la Cuenca de Santander (Cantabria, Palencia y Burgos). *Geogaceta*, **10**: 3-6.
- QUESADA, S., ROBLES, S. & PUJALTE, V. 1993. El <<Jurásico Marino>> del margen suroccidental de la Cuenca Vascocantábrica y su relación con la explotación de hidrocarburos. *Geogaceta*, **13**: 92-96.
- QUESADA, S., ROBLES, S. & ROSALES, I. 2005. Depositional architecture and transgressive-regressive cycles within Liassic backstepping carbonate ramps in the Basque-Cantabrian basin, northern Spain. *Journal of the Geological Society, London*, **162** (3): 531-548.
- QUINN, P., THIERSTEIN, H.R., BRAND, L.E. & WINTER, A. 2003. Experimental evidences for the species character of *Calcidiscus leptoporus* morphotypes. *Journal of Paleontology*, **77**: 825-830.
- RAFFI, I., BACKMAN, J., ZACHOS, J.C. & SLUIJS, A. 2009. The response of calcareous nannofossil assemblages to the Paleocene-Eocene Thermal Maximum at the Walvis Ridge in the South Atlantic. *Marine Micropaleontology*, **70** (4): 201-212.
- RAFFI, I. & DE BERNARDI, B. 2008. Response of calcareous nannofossils to the Paleocene-Eocene Thermal Maximum: Observations on composition, preservation and calcification in sediments from ODP Site 1263 (Walvis Ridge-SW Atlantic). *Marine Micropaleontology*, **69** (2): 119-138.
- RAMÍREZ DEL POZO, J. 1969. Bioestratigrafía y paleogeografía del Jurásico de la costa asturiana (Zona de Oviedo-Gijón-Villaviciosa). *Boletín Geológico y Minero*, **80** (4): 307-332.
- RAMÍREZ DEL POZO, J. 1971. Algunas observaciones sobre el Jurásico de Álava, Burgos y Santander. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **2**: 491-508.
- RAT, P. 1988. The Basque-Cantabrian Basin between the Iberian and European Plates some facts but still many problems. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **1** (3-4): 327-348.
- REALE, V., BALDANZA, A., MONECHI, S. & MATTIOLI, E. 1992. Calcareous nannofossil biostratigraphic events from the Early-Middle Jurassic sequences of the Umbria-Marche area (Central Italy). *Memorie di Scienze Geologiche*, **43**: 41-75.

- REGGIANI, L., MATTIOLI, E. & PITTET, B. 2006. Pliensbachian calcareous nannofossils from the Mont d'Or (France) and Lusitanian Basin (Portugal): palaeogeographic and palaeoenvironmental significance. *Volumina Jurassica*, **4**: 129-130.
- REGGIANI, L., MATTIOLI, E. & PITTET, B. 2010a. Spatial distribution of Late Pliensbachian (Early Jurassic) calcareous nannofossils within the Lusitanian basin (Portugal). *Geobios*, **43** (1): 87-97.
- REGGIANI, L., MATTIOLI, E., PITTET, B., DUARTE, L.V., VEIGA DE OLIVEIRA, L.C. & COMAS-RENGIFO, M.J. 2010b. Pliensbachian (Early Jurassic) calcareous nannofossils from the Peniche section (Lusitanian Basin, Portugal): A clue for palaeoenvironmental reconstructions. *Marine Micropaleontology*, **75** (1): 1-16.
- REINHARDT, P. 1964. Einige Kalkflagellaten Gattungen (Coccolithophoriden, Coccolithineen) aus dem Mesozoikum Deutschland. *Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, **6** (10): 749-759.
- RENAUD, S. & KLAAS, C. 2001. Seasonal variations in the morphology of the coccolithophore *Calcidiscus leptoporus* off Bermuda (N. Atlantic). *Journal of Nannoplankton Research*, **23**: 779-795.
- RENAUD, S., ZIVERI, P. & BROERSE, A. 2002. Geographical and seasonal differences in morphology and dynamics in the coccolithophore *Calcidiscus leptoporus*. *Marine Micropaleontology*, **46** (4): 363-385.
- REYNOLDS, C. 2006. Ecology of phytoplankton. 535 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- RÍOS, J.M. 1949. Nota acerca de la geología cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, **19**: 97-111.
- ROBLES, S., PUJALTE, V. & VALLES, J.C. 1988. Sistemas sedimentarios del Jurásico de la parte occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica. *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. Ciencias de la Tierra, Geología*, **11**: 1-15.
- ROBLES, S., PUJALTE, V. & VALLES, J.C. 1989. Sistemas sedimentarios de la parte occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **13**: 185-198.
- ROBLES, S., QUESADA, S., ROSALES, I., AURELL, M. & GARCÍA-RAMOS, J.C. 2004. El Jurásico marino de la Cordillera Cantábrica. In: *Geología de España*. VERA, J.A. Ed. pp. 279-285. SGE-IGME. Madrid.
- ROOD, A.P., HAY, W.W. & BARNARD, T. 1971. Electron Microscope Studies of Oxford Clay Coccoliths. *Eclogae Geologicae Helveticae*, **64** (2): 245-272.
- ROOD, A.P., HAY, W.W. & BARNARD, T. 1973. Electron Microscope Studies of Lower and Middle Jurassic Coccoliths. *Eclogae Geologicae Helveticae*, **66** (2): 365-382.
- ROSALES, I., QUESADA, S. & ROBLES, S. 2001. Primary and diagenetic isotopic signals in fossils and hemipelagic carbonates: the Lower Jurassic of northern Spain. *Sedimentology*, **48** (5): 1149-1169.
- ROSALES, I., QUESADA, S. & ROBLES, S. 2004a. Paleotemperature variations of Early Jurassic seawater recorded in geochemical trends of belemnites from the Basque-Cantabrian basin, northern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **203** (3-4): 253-275.
- ROSALES, I., QUESADA, S. & ROBLES, S. 2006. Geochemical arguments for identifying second-order sea-level changes in hemipelagic carbonate ramp deposits. *Terra Nova*, **18**: 233-240.

- ROSALES, I., ROBLES, S. & QUESADA, S. 2003. Determinación de las variaciones de la temperatura del agua marina en el Lías en la Cuenca Vasco-Cantábrica mediante la utilización de parámetros geoquímicos ( $\delta^{18}\text{O}$ , Mg/Ca, Sr/Ca). *Geogaceta*, **34**: 79-82.
- ROSALES, I., ROBLES, S. & QUESADA, S. 2004b. Elemental and Oxygen Isotope Composition of Early Jurassic Belemnites: Salinity vs. Temperature Signals. *Journal of Sedimentary Research*, **74** (3): 342-354.
- ROTH, P.H. 1973. Calcareous nannofossils - LEG17, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **17**: 695-795.
- ROTH, P.H. 1983. Jurassic and Lower Cretaceous calcareous nannofossils in the Western North Atlantic (Site 534): Biostratigraphy, preservation, and some observations on biogeography and paleoceanography. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **76**: 587-621.
- ROTH, P.H. 1987. Mesozoic calcareous nannofossil evolution: relation to paleoceanographic events. *Paleoceanography*, **2** (6): 601-611.
- ROTH, P.H. 1989. Ocean circulation and calcareous nannoplankton evolution during the Jurassic and Cretaceous. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **74** (1): 111-126.
- ROTH, P.H. 1994. Distribution of coccoliths in oceanic sediments. In: *Coccolithophores*. WINTER, A. & SIESSER, W.G. Eds. pp. 199-218. Cambridge University Press. Cambridge.
- ROTH, P.H., MEDD, A.W. & WATKINS, D.K. 1983. Jurassic calcareous nannofossil zonation, an overview with evidence from Deep Sea Drilling Project Site 534. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **76**: 573-579.
- RÖHL, H.-J., SCHMID-RÖHL, A., OSCHMANN, W., FRIMMEL, A. & SCHWARK, L. 2001. The Posidonia Shale (Lower Toarcian) of SW-Germany: an oxygen-depleted ecosystem controlled by sea level and palaeoclimate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **165** (1): 27-52.
- SCHAAF, D. 1986. Der Jura der Kantabrischen Ketten (Nordspanien)-Genese und evolution eines speziellen marinen sedimentationsraumes. 189 pp. Mannheim.
- SCHMID-RÖHL, A., RÖHL, H.-J., OSCHMANN, W., FRIMMEL, A. & SCHWARK, L. 2002. Palaeoenvironmental reconstruction of Lower Toarcian epicontinental black shales (Posidonia Shale, SW Germany): global versus regional control. *Geobios*, **35** (1): 13-20.
- SCHMIDT, D.N., LAZARUS, D., YOUNG, J.R. & KUCERA, M. 2006. Biogeography and evolution of body size in marine plankton. *Earth-Science Reviews*, **78** (4): 239-266.
- SCHMIDT, D.N., THIERSTEIN, H.R., BOLLMANN, J. & SCHIEBEL, R. 2004. Abiotic forcing of plankton evolution in the Cenozoic. *Science*, **303**: 207-210.
- SCHULZ, G. 1858. Descripción geológica de la provincia de Oviedo. Fascículo de la edición de 1858 con un prólogo de ALBERTO MARCOS BALLAURE. 138 pp. Alvóras Libros, Oviedo.
- STEINMETZ, J.C. 1994. Sedimentation of coccolithophores. In: *Coccolithophores*. WINTER, A. & SIESSER, W.G. Eds. pp. 179-218. Cambridge University Press. Cambridge.
- STOICO, M. & BALDANZA, A. 1995. Early and Middle Jurassic nannofossils biozonation of the Monte Sabini area (Latium Northern Apennines, central Italy). *Palaeopelagos*, **5**: 75-110.
- STOLL, H.M. 2005. Limited range of interspecific vital effects in coccolith stable isotopic records during the Paleocene-Eocene thermal maximum. *Paleoceanography*, **20**: PA1007 (doi: 10.1029/2004PA001046).
- STOLL, H.M., SHIMIZU, N., ARCHER, D. & ZIVERI, P. 2007. Coccolithophore productivity response to greenhouse event of the Paleocene-Eocene Thermal Maximum. *Earth and Planetary Science Letters*, **258** (2): 192-206.

- STOLL, H.M. & ZIVERI, P. 2002. Separation of monospecific and restricted coccolith assemblages from sediments using differential settling velocity. *Marine Micropaleontology*, **46** (2): 209-221.
- STRADNER, V.H. 1961. Vorkommen von Nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiär. *Erdoel Zeitschrift für Bohr- und Fördertechnik*, **77** (3): 77-88.
- STRADNER, V.H. 1963. New contribution to Mesozoic stratigraphy by means of nannofossils. *Proceeding 6th World Petroleum Congress*, **section 1** (paper 4): 167-184.
- STREET, C. & BOWN, P.R. 2000. Palaeobiogeography of Early Cretaceous (Berrasian-Barremian) calcareous nannoplankton. *Marine Micropaleontology*, **39** (4): 265-291.
- SUAN, G., MATTIOLI, E., PITTET, B., LÉCUYER, C., SUCHÉRAS-MARX, B., DUARTE, L.V., PHILIPPE, M., REGGIANI, L. & MARTINEAU, F. 2010. Secular environmental precursors to Early Toarcian (Jurassic) extreme climate changes. *Earth and Planetary Science Letters*, **290** (4): 448-458.
- SUAN, G., MATTIOLI, E., PITTET, B., MAILLIOT, S. & LÉCUYER, C. 2008a. Evidence for major environmental perturbation prior to and during the Toarcian (Early Jurassic) oceanic anoxic event from the Lusitanian Basin, Portugal. *Paleoceanography*, **23**: PA1202 (doi: 10.1029/2007PA001459).
- SUAN, G., PITTET, B., BOUR, I., MATTIOLI, E., DUARTE, L.V. & MAILLIOT, S. 2008b. Duration of the Early Toarcian carbon isotope excursion deduced from spectral analysis: Consequence for its possible causes. *Earth and Planetary Science Letters*, **267** (4): 666-679.
- SUAN, G., PITTET, B. & MATTIOLI, E. 2008c. Changes in size distribution of the Early Jurassic nannofossil *Schizosphaerella* sp.; a new proxy for paleoenvironmental reconstructions? *Journal of Nannoplankton Research 12th INA Conference, Lyon 2008, abstracts*, 114.
- SUCHÉRAS-MARX, B., MATTIOLI, E., PITTET, B., ESCARGUEL, G. & SUAN, G. 2010. Astronomically-paced coccolith size variations during the early Pliensbachian (Early Jurassic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **295** (2): 281-292.
- SUÁREZ-RUIZ, I. & PRADO, J.J. 1990. Estudio y clasificación de la materia orgánica dispersa (MOD) en el Lías de la Playa de Peñarrubia (Asturias). *Estudios geológicos*, **46**: 81-92.
- SUÁREZ-RUIZ, I. & PRADO, J.J. 1995. Characterization of Jurassic black shales from Asturias (northern Spain): evolution and petroleum potencial. In: *Composition, Geochemistry and Conversion of Oil Shales*. SNAPE, C. Ed. pp. 387-399. Kluwer Academic. Dordrecht.
- SUÁREZ-VEGA, L.C. 1971. Bibliografía parcialmente comentada del Jurásico de Asturias. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **2**: 581-588.
- SUÁREZ-VEGA, L.C. 1974. Estratigrafía del Jurásico en Asturias. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **3** (2): 1-369.
- SVENSEN, H., PLANKE, S., CHEVALLIER, L., MALTHER-SORENSEN, A., CORFU, F. & JAMTVEIT, B. 2007. Hydrothermal venting of greenhouse gases triggering Early Jurassic global warming. *Earth and Planetary Science Letters*, **256** (4): 554-566.
- TAKAHASHI, K. & OKADA, H. 2000. The paleoceanography for the last 30.000 years in the southeastern Indian Ocean by means of calcareous nannofossils. *Marine Micropaleontology*, **40** (2): 83-103.
- TAKAYAMA, T. 1993. Notes on Neogene calcareous nannofossil biostratigraphy of the Ontong Java Plateau and size variations of *Reticulofenestra* coccoliths. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **130**: 179-229.
- TANGEN, K., BRAND, L.E., BLACKWELDER, P.L. & GUILLARD, R.R.L. 1982. *Thoracosphaera heimii* (LOHMANN) KAMPTNER is a dinophyte: observations on its morphology and life cycle. *Marine Micropaleontology*, **7** (3): 193-212.

- TAPPAN, H. 1968. Primary production, isotopes, extinctions and the atmosphere. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **4** (3): 187-210.
- TAYLOR, R.J. & HAMILTON, G. 1982. Techniques. In: *A Stratigraphical Index of Calcareous Nannofossils*. LORD, A.R. Ed. pp. 11-15. Ellis Horwood Limited. London.
- THIBAUT, N. & GARDIN, S. 2007. The late Maastrichtian nannofossil record of climate change in the South Atlantic DSDP Hole 525A. *Marine Micropaleontology*, **65**: 163-184.
- THIBAUT, N., MINOLETTI, F., GARDIN, S. & RENARD, M. 2004. Morphometry of selected calcareous nannofossils across the Cretaceous-Paleocene boundary at the Bidart (France) and Elles (Tunisia) sections. Comparison with carbon and oxygen stable isotope ratios. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **175** (4): 399-412.
- THIERSTEIN, H.R. 1973. Lower Cretaceous calcareous nannoplankton biostratigraphy. *Abh. Geol. B.-A.*, **29**: 1-52.
- THIERSTEIN, H.R. 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontology*, **1**: 325-362.
- TIRABOSCHI, D. & ERBA, E. 2010. Calcareous nannofossil biostratigraphy (Upper Bajocian–Lower Bathonian) of the Ravin du Bès section (Bas Auran, Subalpine Basin, SE France): Evolutionary trends of *Watznaueria barnesiae* and new findings of “*Rucinolithus*” morphotypes. *Geobios*, **43** (1): 59-76.
- TREMOLADA, F. & BRALOWER, T.J. 2004. Nannofossil assemblage fluctuations during the Paleocene–Eocene Thermal Maximum at Sites 213 (Indian Ocean) and 401 (North Atlantic Ocean): palaeoceanographic implications. *Marine Micropaleontology*, **52**: 107-116.
- TREMOLADA, F., DE BERNARDI, B. & ERBA, E. 2008. Size variations of the calcareous nannofossil taxon *Discoaster multiradiatus* (Incertae sedis) across the Paleocene-Eocene thermal maximum in ocean drilling program holes 690B and 1209B. *Marine Micropaleontology*, **67** (3): 239-254.
- TREMOLADA, F. & ERBA, E. 2002. Morphometric analyses of Aptian *Assipetra infracetacea* and *Rucinolithus terebrodentarius* nannoliths: implications for taxonomy, biostratigraphy and paleoceanography. *Marine Micropaleontology*, **44** (2): 77-92.
- TREMOLADA, F., ERBA, E., VAN DE SCHOOTBRUGGE, B. & MATTIOLI, E. 2006. Calcareous nannofossil changes during the late Callovian-early Oxfordian cooling phase. *Marine Micropaleontology*, **59** (3): 197-209.
- TREMOLADA, F., VAN DE SCHOOTBRUGGE, B. & ERBA, E. 2005. Early Jurassic schizosphaerellid crisis in Cantabria, Spain: Implications for calcification rates and phytoplankton evolution across the Toarcian anoxic events. *Paleoceanography*, **20**: 1-11.
- TWITCHETT, R.J. 2006. The palaeoclimatology, palaeoecology and palaeoenvironmental analysis of mass extinction events. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **232**: 190-213.
- URBANEK, A. 1993. Biotic crises in the history of upper Silurian graptoloids: a palaeobiological model. *Historical Biology*, **7**: 29-50.
- VALENZUELA, M. 1988. Estratigrafía, sedimentología y paleogeografía del Jurásico de Asturias. Tesis Doctoral. 748 pp. Universidad de Oviedo, España.
- VALENZUELA, M., GARCÍA-RAMOS, J.C., GONZÁLEZ LASTRA, J.A. & SUÁREZ DE CENTI, C. 1985. Sedimentación cíclica margo-calcárea de plataforma en el Lías de Asturias. *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, **15**: 45-52.
- VALENZUELA, M., GARCÍA-RAMOS, J.C. & SUÁREZ DE CENTI, C. 1986. The Jurassic sedimentation in Asturias (N Spain). *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, **16**: 121-132.



- VALENZUELA, M., GARCÍA-RAMOS, J.C. & SUÁREZ DE CENTI, C. 1989. La sedimentación en una rampa carbonatada dominada por tempestades, ensayos de correlación de ciclos y eventos en la ritmita margo-calcárea del Jurásico de Asturias. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **13**: 217-235.
- VAN DE SCHOOTBRUGGE, B., BAILEY, T.R., ROSETHAL, Y., KATZ, M.E., WRIGHT, J.D., MILLER, K.G., FEIST-BURKHARDT, S. & FALKOWSKI, P.G. 2005a. Early Jurassic climate change and the radiation of organic-walled phytoplankton in the Tethys Ocean. *Paleobiology*, **31** (1): 73-97.
- VAN DE SCHOOTBRUGGE, B., MCARTHUR, J.M., BAILEY, T.R., ROSETHAL, Y., WRIGHT, J.D. & MILLER, K.G. 2005b. Toarcian oceanic anoxic event: An assessment of global causes using belemnite C isotope records. *Paleoceanography*, **20**: PA3008 (doi: 10.1029/2004PA001102).
- VAROL, O. & GIRGIS, M.H. 1994. New taxa and taxonomy of some Jurassic to Cretaceous calcareous nannofossils. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **192** (2): 221-253.
- VEIGA DE OLIVEIRA, L.C., DINO, R., DUARTE, L.V. & PERILLI, N. 2007b. Calcareous nannofossils and palynomorphs from Pliensbachian-Toarcian boundary in Lusitanian Basin, Portugal. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **10** (1): 5-16.
- VEIGA DE OLIVEIRA, L.C., DUARTE, L.V., LEMOS, V.B., COMAS-RENGIFO, M.J. & PERILLI, N. 2007a. Calcareous nannofossil biostratigraphy and correlation with ammonite zones of the Pliensbachian-lowermost Toarcian (Lower Jurassic) of Peniche (Lusitanian Basin, Portugal). Bioestratigrafia de nanofósseis calcários e correlação com as zonas de amonites do Pliensbaquiano-Toarciano basal (Jurássico Inferior) de Peniche (Bacia Lusitânica, Portugal). In: *Paleontologia: Cenários de Vida*. DE SOUZA CARVALHO et al. Eds. pp. 411-420. Editora Interciência. Rio de Janeiro.
- VEIGA DE OLIVEIRA, L.C., DUARTE, L.V., PERILLI, N., RODRIGUES, R. & LEMOS, V.B. 2005. Estratigrafia Química (COT,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{13}\text{O}$ ) e Nanofósseis Calcários na Passagem Pliensbaquiano-Toarciano no Perfil de Peniche (Portugal): Resultados preliminares. *Pesquisas em Geociências*, **32** (2): 3-16.
- VEIGA DE OLIVEIRA, L.C., DUARTE, L.V., RODRIGUES, R. & PERILLI, N. 2006. Calcareous nannofossils biostratigraphy and oxygen isotope composition of belemnites: Pliensbachian-lowermost Toarcian of Peniche (Lusitanian Basin, Portugal). *Volumina Jurassica*, **4**: 219.
- VEIGA DE OLIVEIRA, L.C., PERILLI, N. & DUARTE, L.V. 2007c. Calcareous nannofossil assemblages around the Pliensbachian/Toarcian boundary in the reference section of Peniche (Portugal). *Ciências da Terra (UNL), Lisboa*, **16**: 45-50.
- VEKSHINA, J.W. 1959. Coccolithophoridae of Maastrichtian deposits of the West Siberian lowlands. *Siberian Science Research Institute of Geology, Geophysics, Mineralogy and Raw Materials*, **2**: 56-77.
- VILLA, G., PALANDRI, S. & WISE, S.W. 2005. Quaternary calcareous nannofossil from Periantarctic basins: Paleoecological and paleoclimatic implications. *Marine Micropaleontology*, **56** (2): 103-121.
- VON RAD, U., THUROW, J., HAQ, B.U., GRADSTEIN, F. & LUDDEN, J. 1989. Triassic to Cenozoic evolution of the N.W. Australian Margin and the birth of the Indian Ocean (preliminary results of ODP Legs 122 and 123). *Geologische Rundschau*, **78** (3): 1189-1210.
- WADE, B.S. & OLSSON, R.K. 2009. Investigation of pre-extinction dwarfing in Cenozoic planktonic foraminifera. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **284** (1): 39-46.

- WALLICH, G.C. 1877. Observations on the coccosphere. *Annals and Magazine of Natural History*, **19**: 342-350.
- WALSWORTH-BELL, B. 2001. Jurassic calcareous nannofossils and environmental cycles. Unpubl. Ph.D. Thesis. 140 pp. University College, London.
- WALSWORTH-BELL, B., BOWN, P.R. & WEEDON, G.P. 2000. Calcareous nannofossil cyclostratigraphy of the belemnite marls (Pliensbachian, UK). *Journal of Nannoplankton Research (8th INA Conference, Bremen 2000, Programme and Abstract)*, **22** (2): 150-151.
- WEI, W. 1988. A new technique for preparing quantitative nannofossil slides. *Journal of Paleontology*, **62** (3): 472-473.
- WEI, W. 2004. Opening of the Australia–Antarctica Gateway as dated by nannofossils. *Marine Micropaleontology*, **52**: 133-152.
- WESTBROEK, P., BROWN, C.W., VAN BLEIJSWIJK, J., BROWNLEE, C., BRUMMER, G.C., CONTE, M., EGGE, J., FERNÁNDEZ, E., JORDAN, R., KNAPPERSBUSCH, M., STEFELS, J., VELDHUIS, M., VAN DER WAL, P. & YOUNG, J.R. 1993. A model system approach to biological climate forcing: the example of *Emiliana huxleyi*. *Global and Planetary Change*, **8** (1-2): 27-46.
- WIEDMANN, J., FABRICIUS, F., KRISTYN, L., REITNER, J. & URLICH, M. 1979. über Umfang und Stellung des Rhaet. *Newsletter Stratigraphy*, **8** (2): 133-152.
- WIEGAND, G.E. 1984a. Jurassic nannofossils from the northwest African margin, Deep Sea Drilling Project LEG 79. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **79**: 657-670.
- WIEGAND, G.E. 1984b. Two new genera of calcareous nannofossils from the Lower Jurassic. *Journal of Paleontology*, **58** (4): 1151-1155.
- WIGNALL, P.B. 2001. Large igneous provinces and mass extinctions. *Earth-Science Reviews*, **53** (1): 1-33.
- WIGNALL, P.B., NEWTON, R.J. & LITTLE, C.T.S. 2005. The timing of paleoenvironmental change and cause-and-effects relationships during the Early Jurassic mass extinction in Europe. *American Journal of Sciences*, **305**: 1014-1032.
- WINTER, A., JORDAN, R.W. & ROTH, P.H. 1994. Biogeography of living coccolithophores in ocean waters. In: *Coccolithophores*. WINTER, A. & SIESSER, W.G. Eds. pp. 161-177. Cambridge University Press. Cambridge.
- YOUNG, J.R. 1990. Size variations of Neogene *Reticulofenestra* coccoliths from Indian Ocean DSDP cores. *Journal of Micropaleontology*, **9** (1): 71-86.
- YOUNG, J.R. 1994. Functions of coccoliths. In: *Coccolithophores*. WINTER, A. & SIESSER, W.G. Eds. pp. 51-62. Cambridge University Press. Cambridge.
- YOUNG, J.R. 1995. Variation in *Emiliana huxleyi* coccolith morphology in samples from the Norwegian EHUX mesocosm experiment, 1992. *Sarsia*, **79**: 417-425.
- YOUNG, J.R., DAVIS, S.A., BOWN, P.R. & MANN, S. 1999. Coccolith Ultrastructure and Biomineralisation. *Journal of Structural Biology*, **126** (3): 195-215.
- YOUNG, J.R., KUCERA, M. & CHUNG, H.-W. 1996. Automated biometrics on captured light microscope images of coccoliths of *Emiliana huxleyi*. In: *Microfossils and oceanic environments*. MOGUILVSKY, A. & WHATLEY, R. Eds. pp. 261-280. University of Aberystwyth Press. Aberystwyth.
- YOUNG, J.R., TEALE, C.T. & BOWN, P.R. 1986. Revision of the stratigraphy of the Longobucco Group (Liassic, southern Italy); based on new data from nannofossils and ammonites. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **79** (1): 117-135.
- YOUNG, J.R. & WESTBROEK, P. 1991. Genotypic variations in the coccolithophorid species *Emiliana huxleyi*. *Marine Micropaleontology*, **18** (1): 5-23.

LÁMINAS FOTOGRÁFICAS

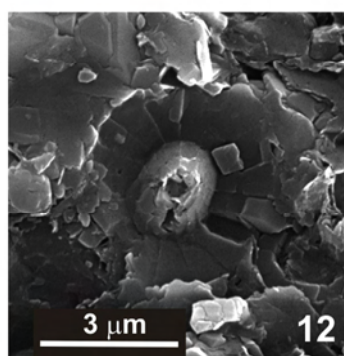
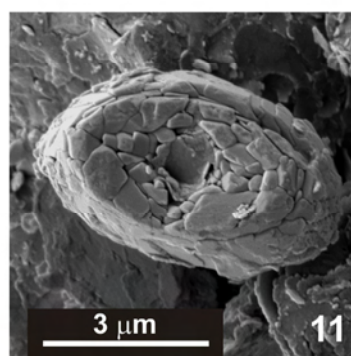
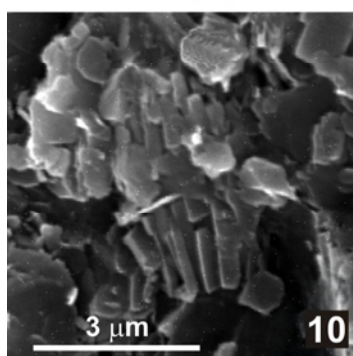
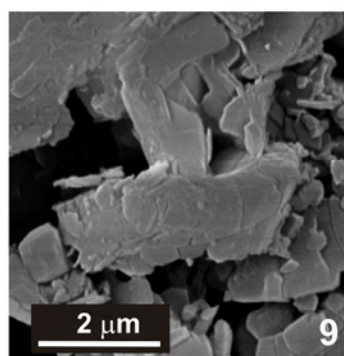
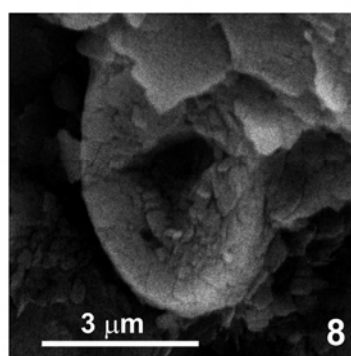
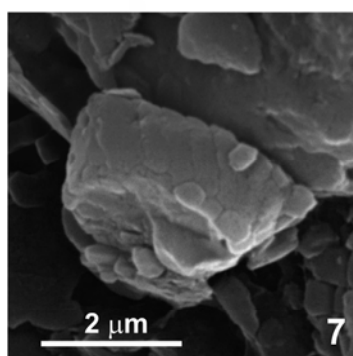
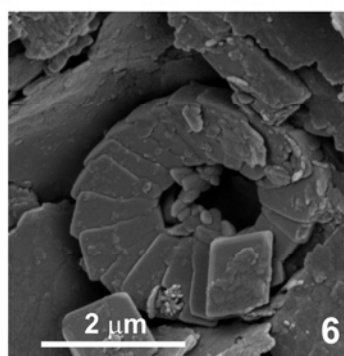
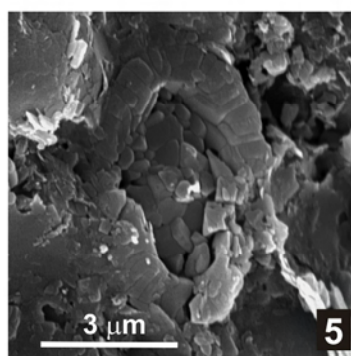
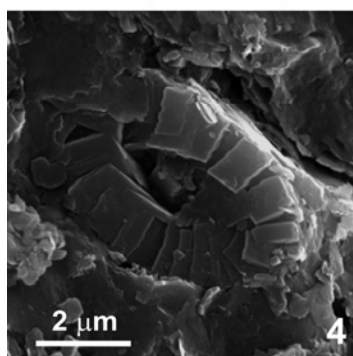
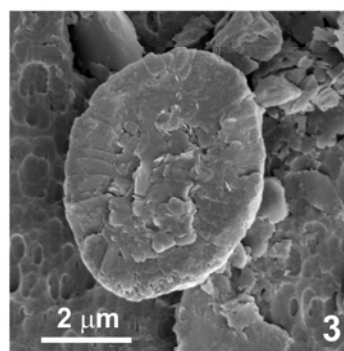
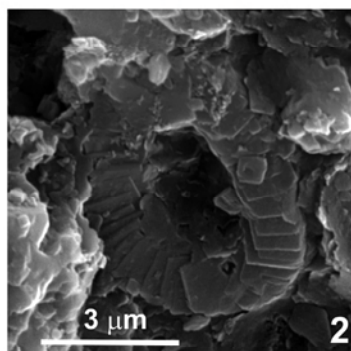
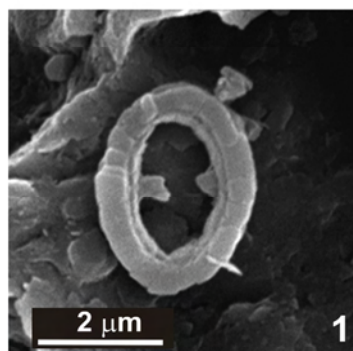
*PLATES*

---

### LÁMINA 1

- Fig. 1.- *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973. Vista distal. WR.43.7. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. x15.000.
- Figs. 2-3.- *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) NOËL, 1965a. 2: Vista distal. SAD.12T. Zona Davoei. x11.000. 3: Vista distal. WR.45. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. x9.000.
- Fig. 4.- *Crepidolithus crucifer* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* FRAGUAS & ERBA, *in litt.* Vista distal. SAD.70B. Zona Margaritatus. x9.000.
- Fig. 5.- *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b. Vista distal. TUD.327. Zona Davoei, Subzona Figulinum. x11.000.
- Fig. 6.- *Crepidolithus* sp.1. Vista distal. WR.43.7. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. x20.000.
- Fig. 7.- *Crepidolithus* sp. Vista lateral oblicua. SAD.70B. Zona Margaritatus. x20.000.
- Figs. 8-9.- *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973. 8: Vista proximal. SAD.12T. Zona Davoei. x18.000. 9: Vista lateral. STT.41T. Zona Jamesoni. x15.000.
- Fig. 10.- *Calcivascularis jansae* WIEGAND, 1984b. Vista lateral. SAD.90. Zona Margaritatus. x18.000.
- Fig. 11.- *Crucirhabdus primulus* PRINS, 1969 ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* BOWN, 1987b. Vista proximal. WR.3. Zona Spinatum, Subzona Apyrenum. x18.000.
- Fig. 12.- *Mitrolithus* sp. Vista distal. SAD.70B. Zona Margaritatus. x11.000.

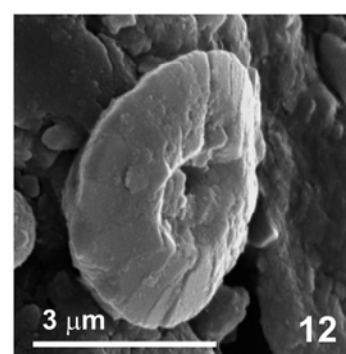
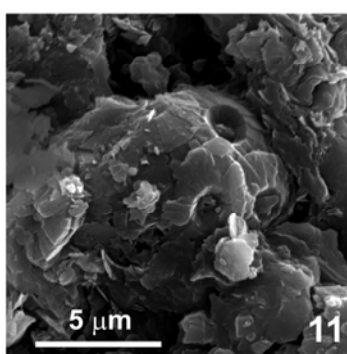
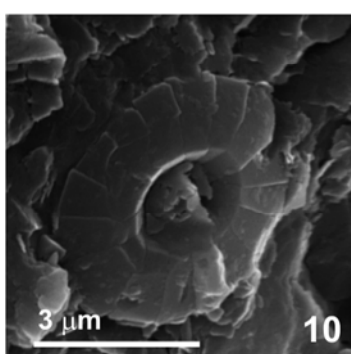
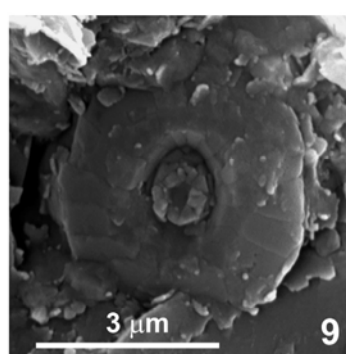
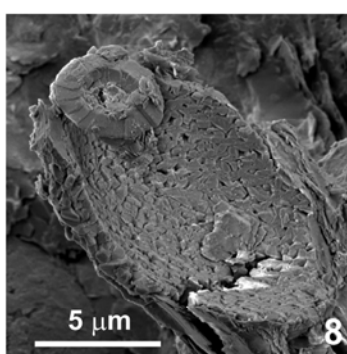
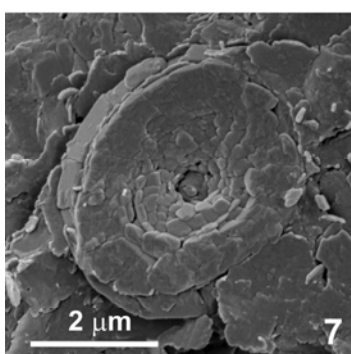
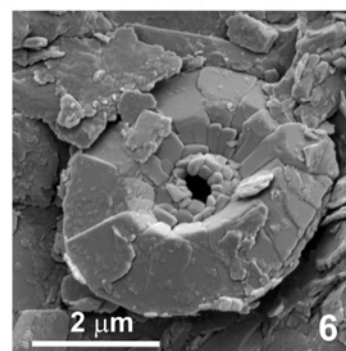
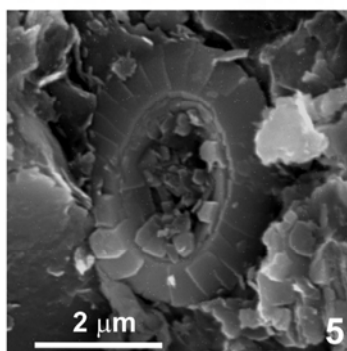
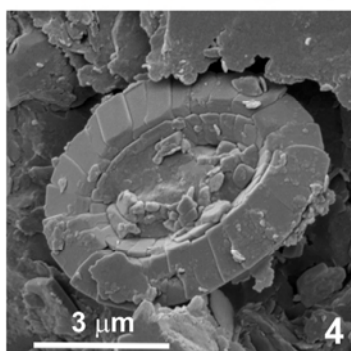
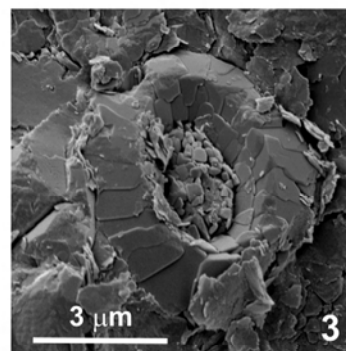
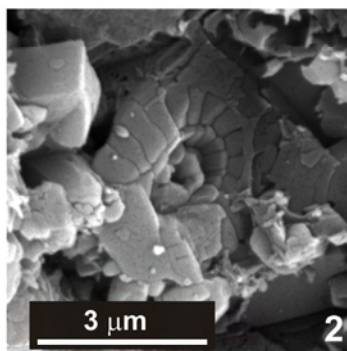
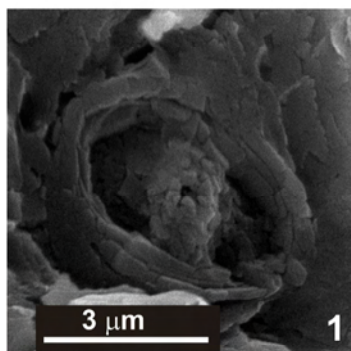
## LÁMINA 1



## LÁMINA 2

- Fig. 1.- *Parhabdolithus liasicus distinctus* DEFLANDRE, 1952, BOWN, 1987b. Vista distal. SAD.12T. Zona Davoei. x15.000.
- Fig. 2.- *Biscutum dubium* (NOËL, 1965a) GRÜN in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974. Vista distal. TUD.327. Zona Davoei, Subzona Figulinum. x18.000.
- Fig. 3.- *Biscutum finchii* CRUX, 1984 *emend.* BOWN, 1987a. Vista distal. WR.35. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum. x10.000.
- Figs. 4-5.- *Biscutum grande* BOWN, 1987b. 4: Vista distal. WR.43.7. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. x12.000. 5: Vista distal. SAD.90. Zona Margaritatus. x15.000.
- Figs. 6-8.- *Biscutum novum* (GOY in GOY, NOËL & BUSSON, 1979) BOWN, 1987a. 6: Vista distal. WR.35. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum. x15.000. 7: Vista proximal. WR.43.7. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. x15.000. 8: Vista distal con *Schizosphaerella* sp. WR.35. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum. x 7.000.
- Figs. 9-11.- *Similiscutum avitum* DE KAENEL & BERGEN, 1993. 9: Vista distal. WR.61. Zona Serpentinum, Subzona Falciferum. x20.000. 10: Vista distal. SAD.12T. Zona Davoei. x18.000. 11: Cocosfera de *Similiscutum avitum*. SAD.12T. Zona Davoei. x7.000.
- Fig. 12.- *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN, 1993. Vista oblicua. WR.17. Zona Spinatum, Subzona Hawskerense. x20.000.

## LÁMINA 2



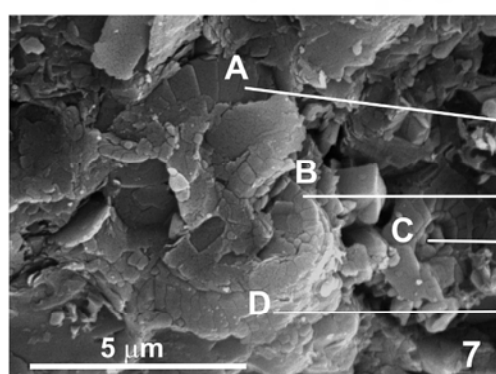
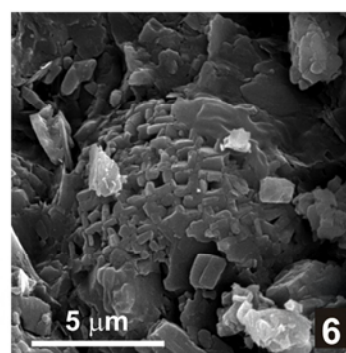
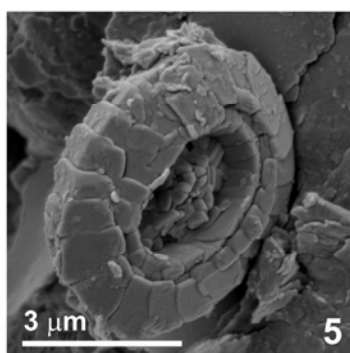
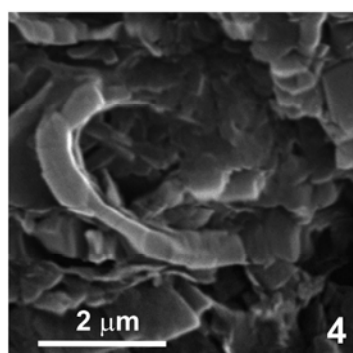
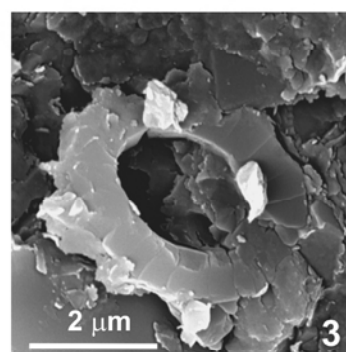
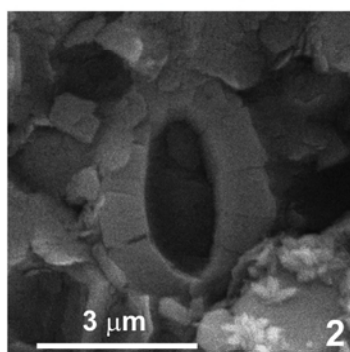
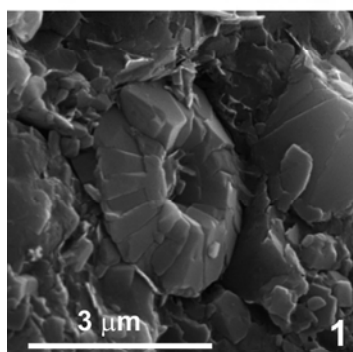


### LÁMINA 3

- Fig. 1.- *Similiscutum* sp. Vista oblicua. SAD.70B. Zona Margaritatus. x20.000.
- Figs. 2-3.- *Calyculus* spp. 2: Vista distal. SAD.38B. Zona Stokesi. x18.000. 3: Vista distal. WR.49inf. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. x12.000.
- Fig. 4.- *Bussonius prinsii* (NOËL, 1973) GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979. Vista distal. SAD.38B. Zona Stokesi. x15.000.
- Fig. 5.- *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI *in* GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 *emend.* GOY *in* GOY, NOËL & BUSSON, 1979. Vista oblicua. WR.17. Zona Spinatum, Subzona Hawskerense. x20.000.
- Fig. 6.- *Schizosphaerella* sp. CM.128. Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus. x8.000.
- Fig. 7.- Asociación de nanofósiles calcáreos. TUD.327. Zona Davoei, Subzona Figulinum. A) *Biscutum* sp. Vista oblicua; B) *Crepidolithus* sp. Vista distal; C) *Biscutum dubium*. Vista distal; D) *Parhabdolithus* sp. Vista lateral-oblicua. x10.000.
- Fig. 8.- Asociación de nanofósiles calcáreos. WR.35. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum. A) *Schizosphaerella* sp.; B) *Similiscutum cruciulus*. Vista proximal; C) *Biscutum finchii*. Vista distal; D) *Crepidolithus* sp. Vista distal; E) *Similiscutum avitum*. Vista distal. x6.000.



## LÁMINA 3



*Biscutum* sp.

*Crepidolithus* sp.

*Biscutum dubium*

*Parhabdolithus* sp.

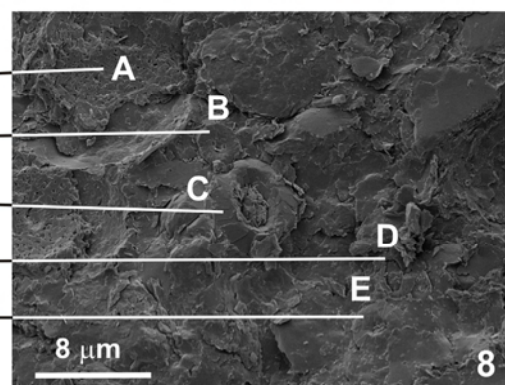
A) *Schizosphaerella* sp.

B) *Similiscutum cruciulus*

C) *Biscutum finchii*

D) *Crepidolithus* sp.

E) *Similiscutum avitum*

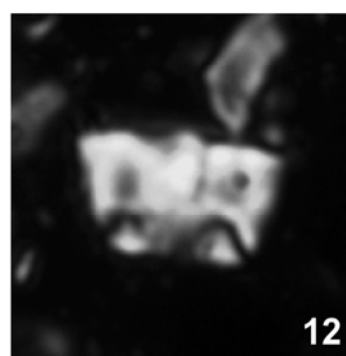
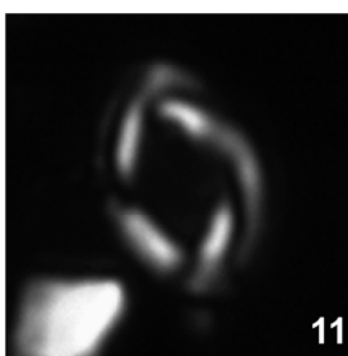
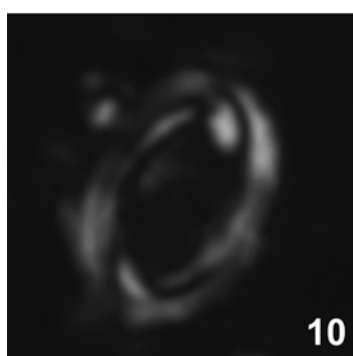
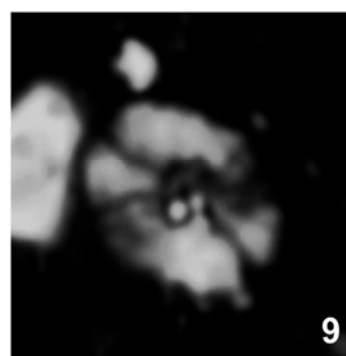
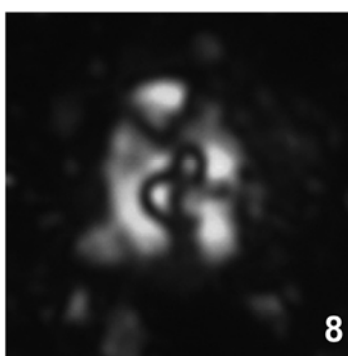
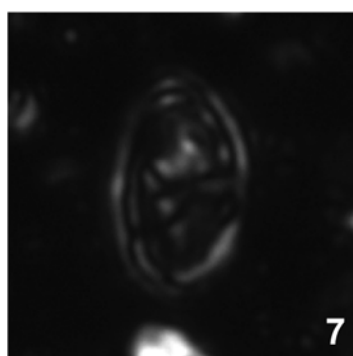
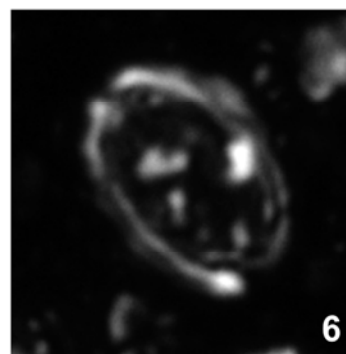
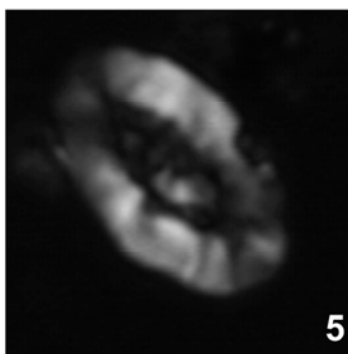
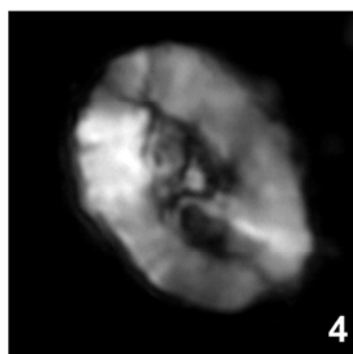
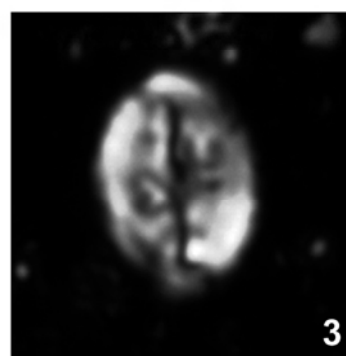
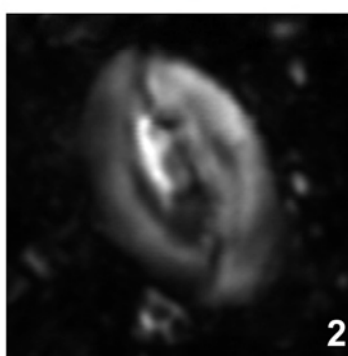
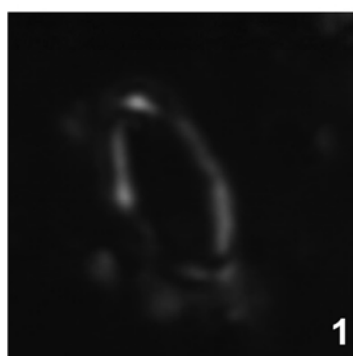


#### LÁMINA 4

- Fig. 1.- *Crepidolithus cavus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973. Vista distal. STT.45. Zona Jamesoni.
- Figs. 2-3.- *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) NOËL, 1965a. 2: Vista distal. 1SAD.101C. Zona Margaritatus. 3: Vista distal. WR.49sup. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum.
- Figs. 4-5.- *Crepidolithus crucifer* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* FRAGUAS & ERBA, *in litt.* 4: Vista distal. STT.112B, Zona Margaritatus. 5: Vista distal. WR.43.3. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum.
- Figs. 6-7.- *Crepidolithus granulatus* BOWN, 1987b. 6: Vista distal. ER.529. Zona Davoei, Subzona Maculatum. 7: Vista distal. 3CM.34T. Zona Stokesi, Subzona Monestieri.
- Figs. 8-9.- *Crepidolithus plienschachensis* CRUX, 1985 *emend.* BOWN, 1987b. 8: Vista distal. ER.421B. Zona Jamesoni, Subzona Taylora. 9: Vista distal. TUD.227B. Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni.
- Figs. 10-11.- *Crepidolithus* sp. 1. 10: Vista distal. TUD.257B. Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni. 11: Vista distal. WR.43.7. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum.
- Fig. 12.- *Crepidolithus* sp. Vista lateral. WR.43.7. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum.

Todas las imágenes han sido tomadas con nícoles cruzados y con un aumento de 3.000x.

## LÁMINA 4

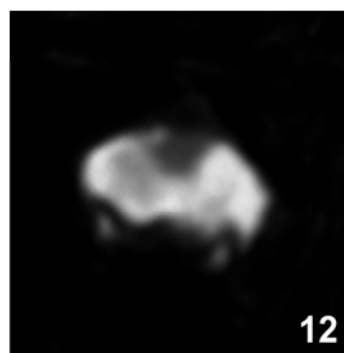
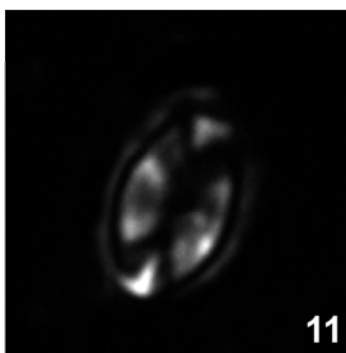
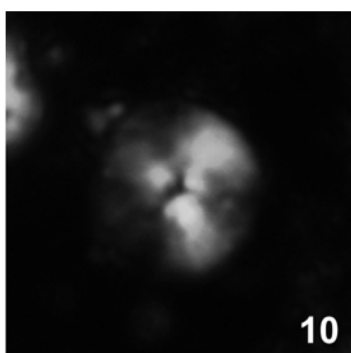
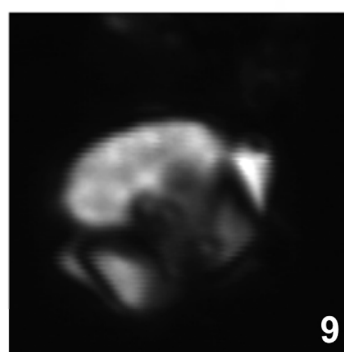
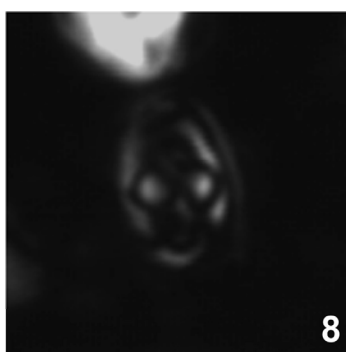
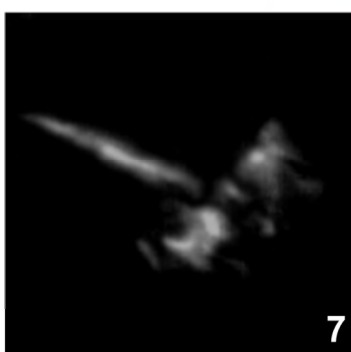
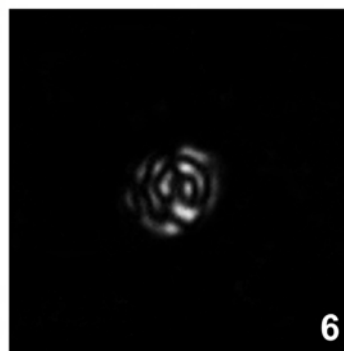
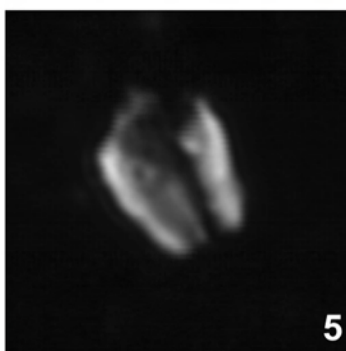
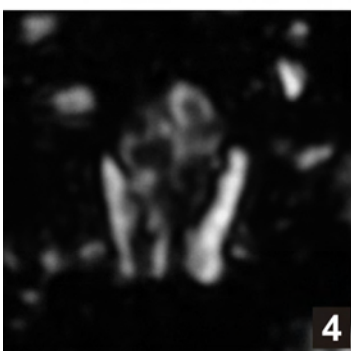
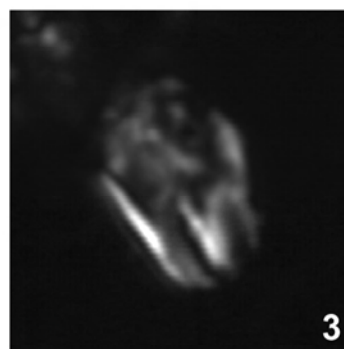
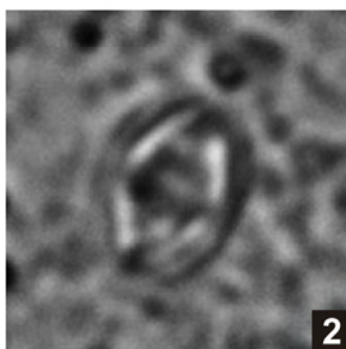
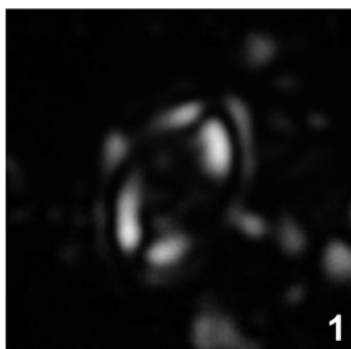


## LÁMINA 5

- Figs. 1-2.- *Tubirhabdus patulus* PRINS ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973. 1: Vista distal con nícoles cruzados. ER.615. Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus. 2: Vista distal con nícoles paralelos. ER.615. Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus.
- Figs. 3-5.- *Calcivascularis jansae* WIEGAND, 1984b. 3: Vista lateral. TUD.345. Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus. 4: Vista lateral. ER.639. Zona Spinatum, Subzona Apyrenum. 5: Vista lateral. WR.27. Zona Spinatum, Subzona Hawskerense.
- Fig. 6.- *Crucirhabdus minutus* JAFAR, 1983 ex BOWN, 1987b. Vista distal. TUD.245B. Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni.
- Figs. 7-8.- *Crucirhabdus primulus* PRINS, 1969 ex ROOD, HAY & BARNARD, 1973 *emend.* BOWN, 1987b. 7: Vista lateral. TUD.249T. Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni. 8: Vista distal. 1SAD.96. Zona Margaritatus.
- Figs. 9-11.- *Mitrolithus elegans* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954. 9: Vista lateral. STT.45. Zona Jamesoni. 10: Espina en sección. ER.519. Zona Ibex, Subzona Valdani. 11: Vista distal. TUD.281+7. Zona Ibex, Subzona Valdani.
- Fig. 12.- *Mitrolithus lenticularis* BOWN, 1987b. Vista lateral. TUD.339. Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus.

Todas las imágenes han sido tomadas con nícoles cruzados, a excepción de la fig. 2, y con un aumento de 3.000x.

## LÁMINA 5

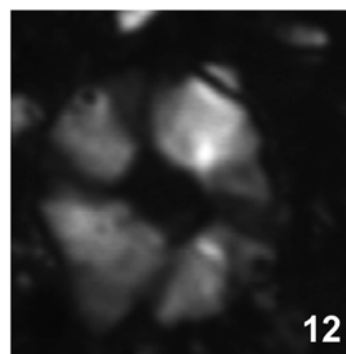
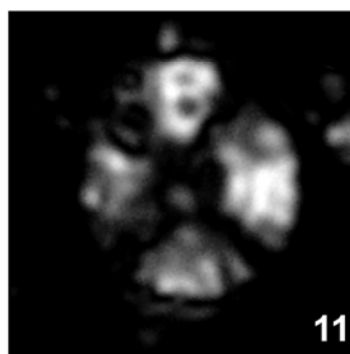
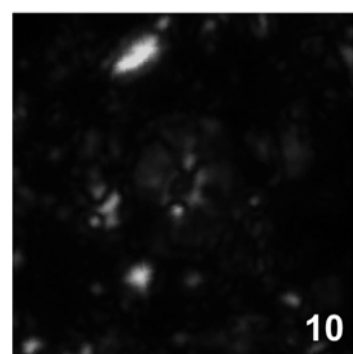
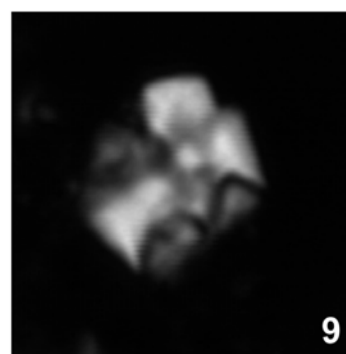
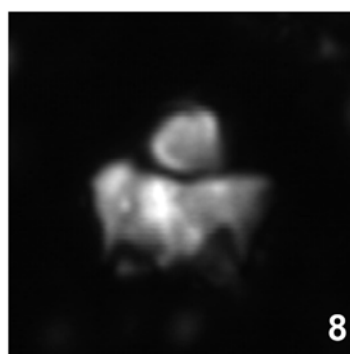
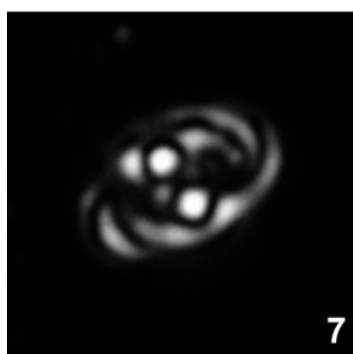
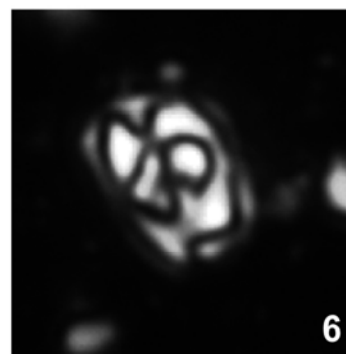
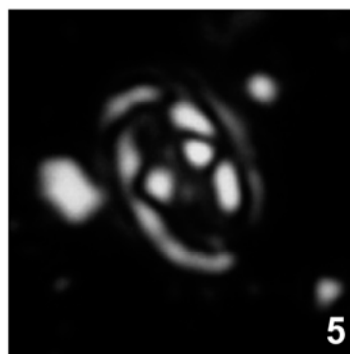
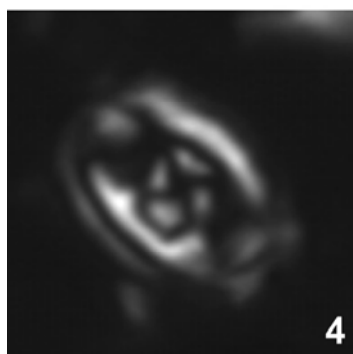
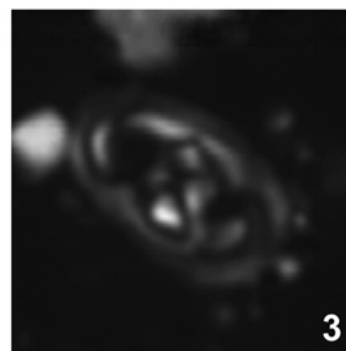
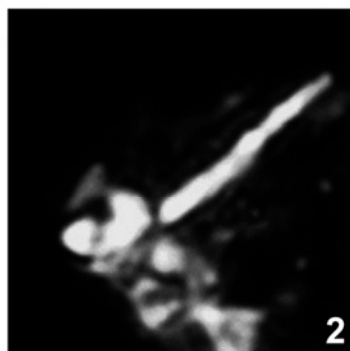
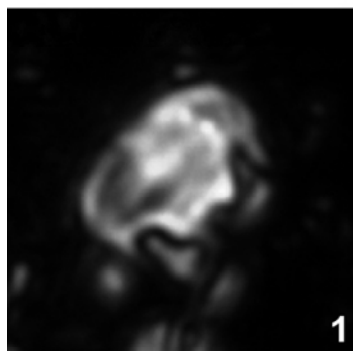


## LÁMINA 6

- Fig. 1.- *Mitrolithus lenticularis* BOWN, 1987b. Vista lateral. WR.41. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum.
- Figs. 2-5.- *Parhabdolithus liasicus distinctus* DEFLANDRE, 1952, BOWN, 1987b. 2: Vista lateral. ER.505. Zona Ibex, Subzona Valdani. 3: Vista distal. 3CM.10T. Zona Davoei, Subzona Maculatum. 4: Vista distal. TUD.369. Zona Spinatum, Subzona Solare. 5: Vista distal. ER.589M. Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus.
- Figs. 6-7.- *Parhabdolithus liasicus liasicus* DEFLANDRE, 1952, BOWN, 1987b. 6: Vista distal. ER.529. Zona Davoei, Subzona Maculatum. 7: Vista distal. 1SAD.106T. Zona Margaritatus.
- Figs. 8-9.- *Parhabdolithus robustus* NOËL, 1965a. 8: Vista lateral. ER.471. Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni. 9: Vista lateral. 3CM.1P. Zona Ibex.
- Fig. 10.- *Biscutum dubium* (NOËL, 1965a) GRÜN in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974. Vista distal. 1SAD.80. Zona Margaritatus.
- Figs. 11-12.- *Biscutum finchii* CRUX, 1984 *emend.* BOWN, 1987a. 11: Vista distal. STT.104. Zona Stokesi. 12: Vista distal. 1SAD.78T. Zona Margaritatus.

Todas las imágenes han sido tomadas con nícoles cruzados y con un aumento de 3.000x.

## LÁMINA 6



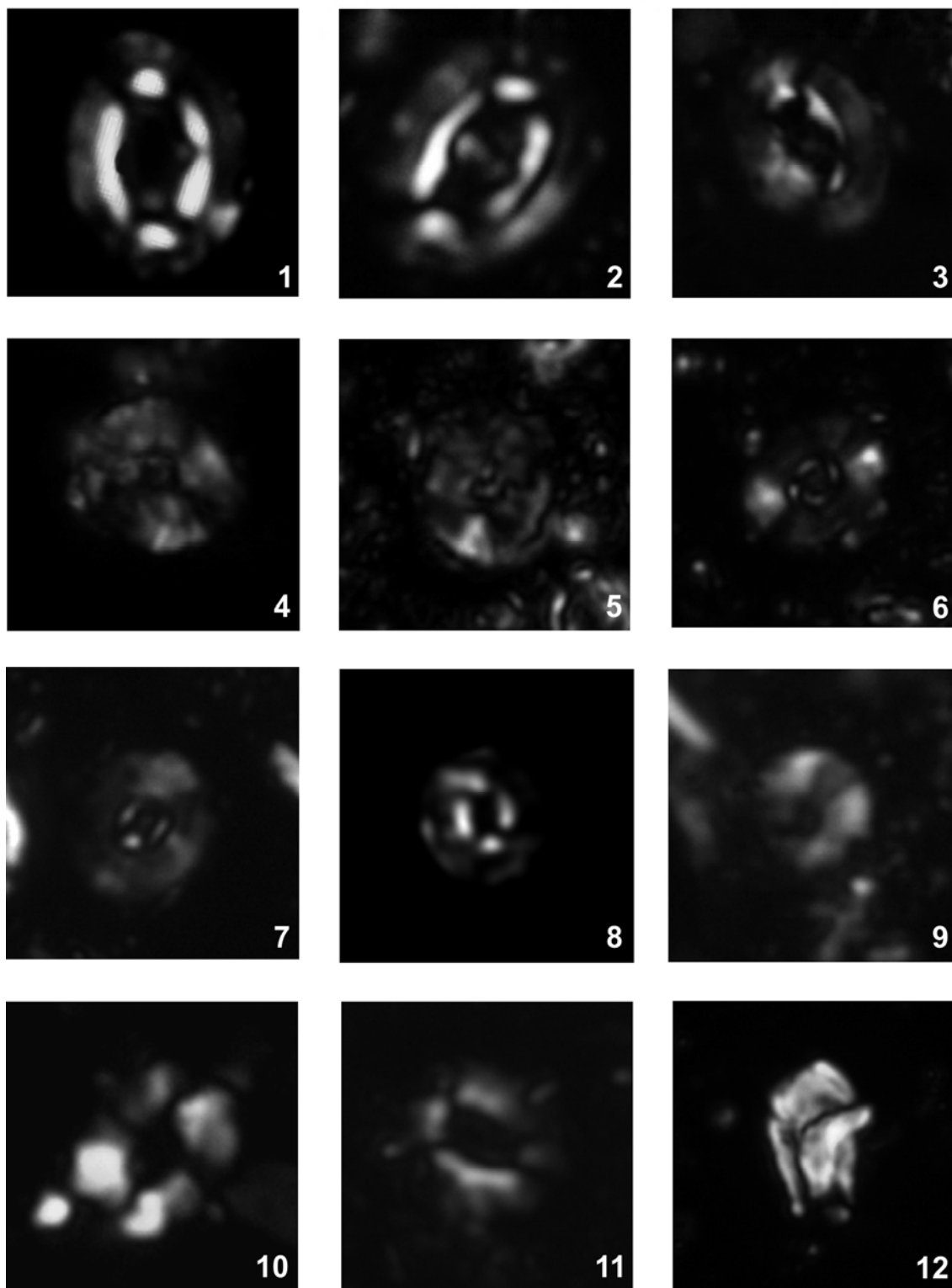
## LÁMINA 7

- Figs. 1-2.- *Biscutum grande* BOWN, 1987b. 1: Vista distal. STT.98T. Zona Stokesi. 2: Vista distal. ER.588. Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus.
- Fig. 3.- *Biscutum intermedium* BOWN, 1987b. Vista distal. WR.31. Zona Tenuicostatum, Subzona Paltum.
- Figs. 4-5.- *Biscutum novum* (GOY in GOY, NOËL & BUSSON, 1979) BOWN, 1987a. 4: Vista distal. TUD.345. Zona Margaritatus, Subzona Gibbosus. 5: Vista distal. SAD.98B. Zona Margaritatus.
- Fig. 6.- *Similiscutum avitum* DE KAENEL & BERGEN, 1993. ER.519. Zona Ibex, Subzona Valdani.
- Figs. 7-8.- *Similiscutum cruciulus* DE KAENEL & BERGEN, 1993. 7: Vista distal. ER.491. Zona Ibex, Subzona Valdani. 8: Vista distal. STT.114T. Zona Margaritatus.
- Fig. 9.- *Similiscutum orbiculus* DE KAENEL & BERGEN, 1993. Vista distal. ER.529. Zona Davoei, Subzona Maculatum.
- Figs. 10-12.- *Calyculus* spp. 10: Vista distal. TUD.288T. Zona Ibex, Subzona Luridum. 11: Vista distal. WR.19. Zona Spinatum, Subzona Hawskerense. 12: Vista lateral. WR.43.5. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum.

Todas las imágenes han sido tomadas con nícoles cruzados y con un aumento de 3.000x.



## LÁMINA 7

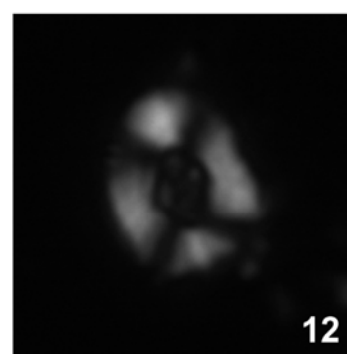
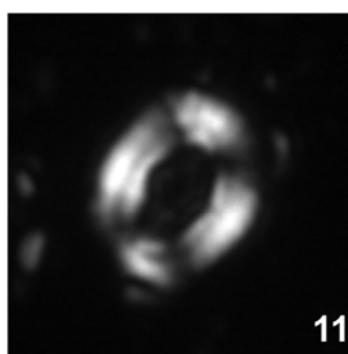
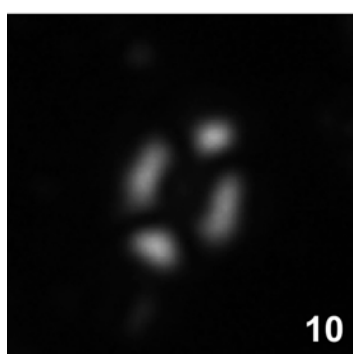
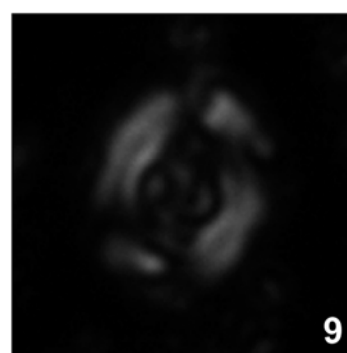
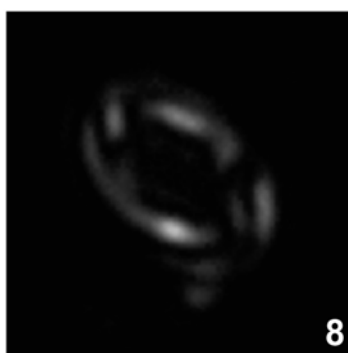
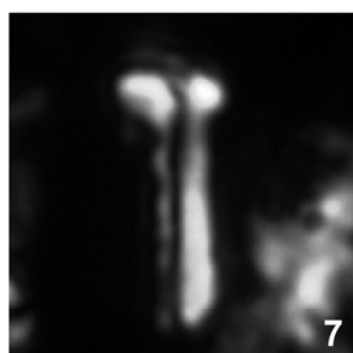
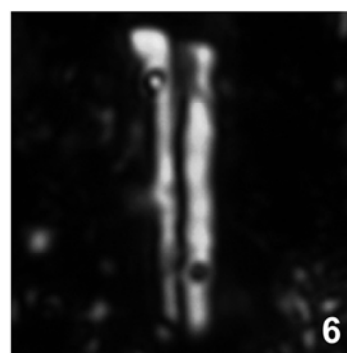
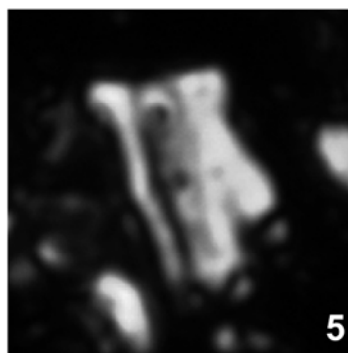
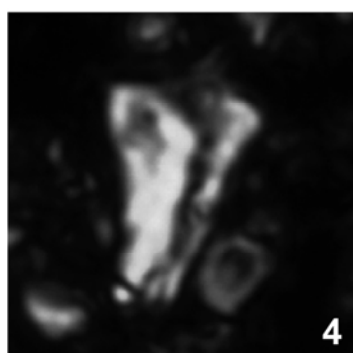
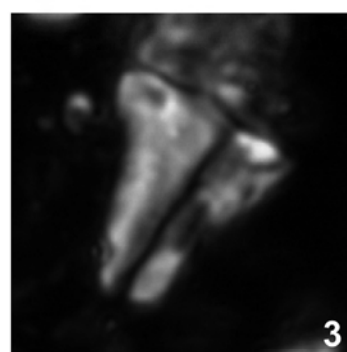
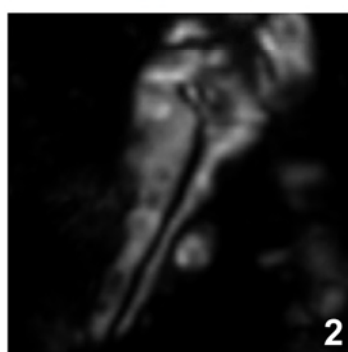
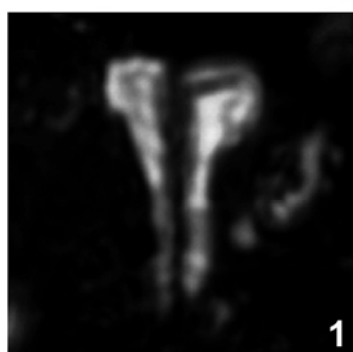


### LÁMINA 8

- Figs. 1-2.- *Carinolithus cantaluppii* COBIANCHI, 1990. 1: Vista lateral. WR.47. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. 2: Vista lateral. WR.55. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum.
- Figs. 3-5.- *Carinolithus poulhabronei* MATTIOLI, 1996. 3: Vista lateral. WR.43.5. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. 4: Vista lateral. WR.49inf. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. 5: Vista lateral. WR.55. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum.
- Figs. 6-7.- *Carinolithus superbus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) PRINS in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974. 6: Vista lateral. WR.55. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. 7: Vista lateral. WR.57. Zona Serpentinum, Subzona Falciferum.
- Figs. 8-9.- *Bussonius prinsii* (NOËL, 1973) GOY in GOY, NOËL & BUSSON, 1979. 8: Vista distal de morfotipo A. STT.84. Zona Davoei. 9: Vista distal de morfotipo B. WR.37. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum.
- Fig. 10.- *Lotharingius barozii* NOËL, 1973 *emend.* GOY in GOY, NOËL & BUSSON, 1979. Vista distal. 1SAD.60. Zona Margaritatus.
- Figs. 11-12.- *Lotharingius crucicentralis* (MEDD, 1971) GRÜN & ZWEILI, 1980. 11: Vista distal. WR.29. Zona Tenuicostatum, Subzona Paltum. 12: Vista distal. WR.43.1. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum.

Todas las imágenes han sido tomadas con nícoles cruzados y con un aumento de 3.000x.

## LÁMINA 8

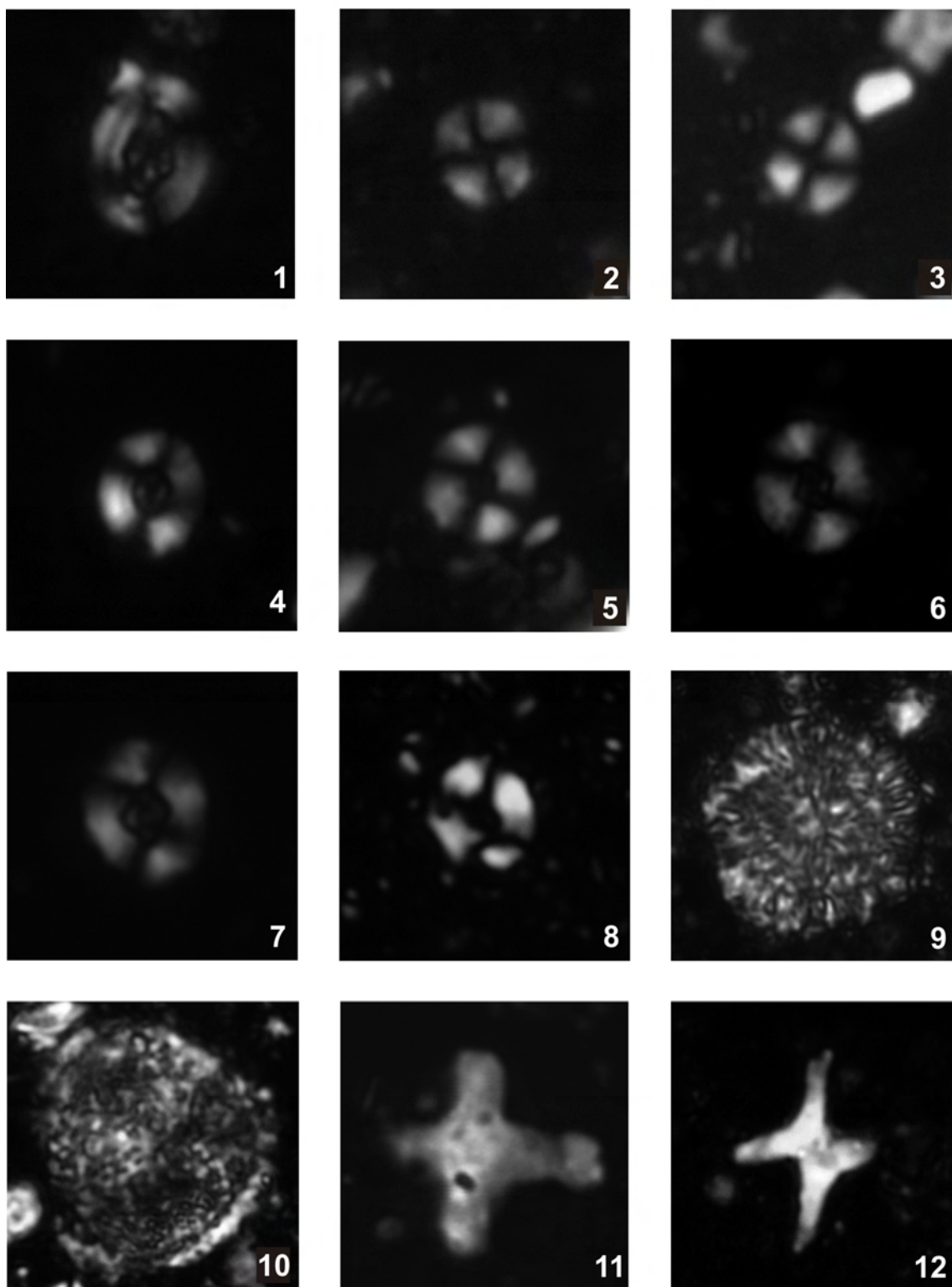


## LÁMINA 9

- Fig. 1.- *Lotharingius crucicentralis* (MEDD, 1971) GRÜN & ZWEILI, 1980. Vista distal. WR.47. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum.
- Figs. 2-5.- *Lotharingius hauffii* GRÜN & ZWEILI in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 *emend.* GOY in GOY, NOËL & BUSSON, 1979. 2: Vista distal de Morfotipo A. WR.53. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. 3: Vista distal de Morfotipo A. WR.55. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. 4: Vista distal de Morfotipo B. WR.43.5. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum. 5: Vista distal de Morfotipo B. WR.49sup. Zona Serpentinum, Subzona Elegantulum.
- Figs. 6-7.- *Lotharingius sigillatus* (STRADNER, 1961) PRINS in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 1974 *emend.* GOY, 1981. 6: Vista distal. WR.17. Zona Spinatum, Subzona Hawskerense. 7: Vista distal. WR.35. Zona Tenuicostatum, Subzona Semicelatum.
- Fig. 8.- *Lotharingius umbriensis* MATTIOLI, 1996. Vista distal. 2SAD.48. Zona Spinatum.
- Figs. 9-10.- *Schizosphaerella* sp. 9: Vista en sección. SAD.101C. Zona Margaritatus. 10: Vista en sección. ER.579T. Zona Margaritatus, Subzona Subnodosus.
- Figs. 11-12.- *Orthogonoides hamiltoniae* WIEGAND, 1984b. 11: Vista en sección. STT.45. Zona Jamesoni. 12: Vista en sección. ER.491. Zona Ibex, Subzona Valdani.

Todas las imágenes han sido tomadas con nícoles cruzados y con un aumento de 3.000x.

## LÁMINA 9





ANEXO I  
ABREVIATURAS  
*APPENDIX I*  
*ABBREVIATIONS*

---

A continuación se enumeran por orden alfabético las abreviaturas usadas en esta Tesis Doctoral.

En la mayoría de los casos se explica primero su significado en castellano y, posteriormente -en cursiva-, en lengua inglesa. Si las abreviaturas proceden de términos en inglés, se indica primero su significado en castellano y, entre paréntesis y en *cursiva*, la versión inglesa original. Las abreviaturas que han sido utilizadas únicamente, y de manera repetida, en los capítulos escritos en inglés, no se han traducido al castellano. Las siglas que corresponden a centros de investigación españoles, no han sido traducidas a la lengua inglesa. Los términos procedentes del latín se escriben en *cursiva* en la explicación en castellano, y sin cursiva en la explicación en inglés.

**1CM:** Sección 1 de Camino.- *Camino Section 1.*

**1SAD:** Sección 1 de San Andrés.- *San Andrés Section 1.*

**2CM:** Sección 2 de Camino.- *Camino Section 2.*

**2n:** Célula diploide.- *Diploid cell.*

**2SAD:** Sección 2 de San Andrés.- *San Andrés Section 2.*

**3CM:** Sección 3 de Camino.- *Camino Section 3.*

**A:** Abundante (10-15 especímenes por campo de visión). Referido a la abundancia de nanofósiles calcáreos en las asociaciones.- *Abundant (10-15 specimens in each field of view). Related to nannofossil assemblage abundances.*

**A:** Abundante (1-5 especímenes por campo de visión). Referido a las abundancias relativas de cada especie.- *Abundant (1-5 specimens in each field of view). Related to the relative abundance of each species.*

**AB:** Asturias Basin.

**AE:** Última aparición común (*Acme event*).

**Amm.:** Ammonites.

**Ap:** Apyrenum.

**ASz(s):** Ammonite Subzone(s).

**At:** Aplanatum.

**AUC:** Área por debajo de la curva.- *Area under the curve.*

**AZ(s):** Ammonite Zone(s).

**B:** Grado de preservación malo (la mayoría de los especímenes están fuertemente disueltos y/o sobrecrecidos y/o fragmentados y la identificación de las especies es en ocasiones.- *Bad state preservation (the majority of the specimens are heavily etched and/or overgrown and/or fragmented and the identification of the species is sometimes difficult).*

**BCB:** Basque-Cantabrian Basin.



**Br:** Brevispina.

**C:** Común (1-10 especímenes por 1 campo de visión). Referido a la abundancia de nanofósiles calcáreos en las asociaciones.- *Common (1-10 specimens in each field of view). Related to nannofossil assemblage abundances.*

**C:** Común (1 espécimen por 2-10 campos de visión). Referido a las abundancias relativas de cada especie.- *Common (1 specimen in 2-10 fields of view). Related to the relative abundance of each species.*

**ca.:** Approximately (in latin, *circa*).

**Ca:** Capricornus.

**Ce:** Celebratum.

**CIE:** Carbon Isotope Excursion.

**CNSz(s):** Calcareous Nannofossil Subzone(s).

**CNZ(s):** Calcareous Nannofossil Zone(s).

**com. pers.:** Comentario personal.

**CSIC:** Centro Superior de Investigaciones Científicas.

**Da:** Davoei.

**De:** Densinodulum.

**EAO:** Evento anóxico oceánico.

**EI:** Elegantulum.

**emend.:** Enmendado (del latín, *emendatus*).- *Emended (in latin, emendatus).*

**ER:** Sección de E Rodiles.

**et al.:** y colaboradores (del latín, *et alii*).- *and others (in latin, et alii).*

**ETOAE:** Early Toarcian Oceanic Anoxic Event.

**ex:** de acuerdo con (del latín, *ex*, usado en nomenclatura para conectar los nombres de dos autores, cuando el segundo de ellos publica el nombre de una especie propuesto, pero no válidamente publicado, por el primer autor).- *according to (in latin, ex, used in nomenclature to connect the names of two authors, when the second author validly published a name proposed by, but not validly published, by the first author).*

**e.g:** por ejemplo (del latín, *exempli gratia*).- *by example (in latin, exempli gratia).*

**F:** Frecuente (1 espécimen por 1-10 campos de visión). Referido a la abundancia de nanofósiles calcáreos en las asociaciones.- *Few (1 specimen in 1-10 fields of view). Related to nannofossil assemblage abundances.*

**F:** Frecuente (1 espécimen por 11-30 campos de visión). Referido a las abundancias relativas de cada especie.- *Frecuente (1 specimen in 11-30 fields of view). Related to the relative abundance of each species.*

**Fa:** Falciferum.

**FCO:** Primera aparición común.- *First Common Occurrence*.

**Fi:** Figulinum.

**Fig(s):** Figura(s).- *Figure(s)*.

**Fm:** Formación.- *Formation*.

**FO:** Primera aparición.- *First Occurrence*.

**G:** Grado de preservación bueno (la mayoría de los especímenes muestran sus características diagnósticas y sólo algunos de ellos están ligeramente disueltos y/o han sufrido sobrecrecimiento).- *Good state preservation (the majority of the specimens show their diagnostic characteristics and only some of them are slightly etched and/or overgrown)*.

**Gi:** Gibbosus.

**GSSP:** Global Boundary Stratotype Sections and Points.

**H:** Índice de diversidad de Shannon.- *Shannon diversity index*.

**Ha:** Hawskerense.

**Ib:** Ibex.

**IGME:** Instituto Geológico y Minero de España.

**Inf(.):** Inferior.

**in litt.:** en carta (del latín, *in litteris*).- *in correspondence (in latin, in litteris)*.

**in press:** en prensa.

**i.e.:** es decir (del latín, *id est*).- *in other words (in latin, id est)*.

**Ja:** Jamesoni.

**Lam.:** Lámina.

**LAS:** Programa informático Leica Application Suite.

**Le:** Levisoni.

**LJ:** Lower Jurassic.

**LM:** Microscopio óptico de luz polarizada.- *Light Microscope*.

**LO:** Última aparición.- *Last Occurrence*.

**LS:** Laminated shales.

**Lu:** Luridum.

**M:** Grado de preservación moderado (la mayoría de los especímenes son reconocibles, aunque parte de ellos estén disueltos, sobrecrecidos o fragmentados).- *Moderate state of preservation (the majority of the specimens are recognizable, even if part of them are etched and/or overgrown and/or fragmented)*.

**m.:** mean.

**MA:** Macizo Armoricano.

**Ma:** Masseanum.

**Ma.:** Millones de años.

**Mb:** Miembro.- *Member*.

**Mc:** Macdonelli.

**MI:** Macizo Ibérico.

**MI:** Maculatum.

**MNCN:** Museo Natural de Ciencias Naturales.

**Mo:** Monestieri.

**Mr:** Margaritatus.

**N:** Número de especímenes medidos.- *Number of specimens measured*.

**n:** Célula haploide.- *Haploid cell*.

**Nano.:** Nanofósiles.

**NJ:** Zonas/subzonas de nanofósiles calcáreos del Jurásico del dominio Boreal (NO de Europa).- *Jurassic calcareous nannofossil zones/subzones of the Boreal Realm (NW Europe)*.

**NJT:** Zonas/subzonas de nanofósiles calcáreos del Jurásico del dominio del Tethys (Italia).- *Zonas/subzonas de nanofósiles calcáreos del Jurásico del dominio del Tethys (Italia)*.

**OAE:** Oceanic anoxic event.

**Ob:** Obtusum.

**op. cit.:** obra citada (del latín, *opere citato*).- *work cited (in latin, opere citato)*.

**OR:** Sección de O Rodiles.

**Ox:** Oxynotum.

**p:** Probabilidad.- *Probability*.

**p.:** Página.

**Pa:** Paltum.

**PBD:** Estándar isotópico de belemnites de la Fm Pee Dee del Cretácico de USA (de Pee Dee Belemnite).

**PCA:** Análisis de componentes principales.- *Principal components analysis*.

**PETM:** Máximo térmico del Paleoceno–Eoceno (*Paleocene–Eocene Thermal Maximum*).

**Pliens:** Pliensbachiense.- *Pliensbachian*.

**Po:** Polimorphum.

**pp.:** Páginas.

**R:** Raro (1 espécimen por 11-100 campos de visión). Referido a la abundancia de nanofósiles calcáreos en las asociaciones.- *Rare (1 specimen in 11-100 fields of view). Referred to the nannofossil assemblage abundances*.

**R:** Raro (1 espécimen por 31-100 campos de visión). Referido a las abundancias relativas de cada especie.- *Rare (1 specimen in 31-100 fields of view). Referred to the relative abundance of each species.*

**r:** Coeficiente de correlación de Pearson.- *Pearson correlation coefficient.*

**Ra:** Raricostatum.

**ROC:** Receiver Operating Characteristic.

**Sb:** Subnodosus.

**Se:** Semicelatum.

**SEM:** Microscopio electrónico de barrido.- *Scanning Electron Microscope.*

**Si:** Simpsoni.

**Sl:** Stellare.

**sn:** Sensibilidad.- *Sensibility.*

**So:** Solare.

**Sp:** Spinatum.

**sp:** Especificidad.- *Specificity.*

**sp.:** Especie (sin determinar).- *Species (indefinite).*

**spp.:** Varias especies.- *Few species.*

**Sr:** Serpentinum.

**St:** Stokesi.

**STT:** Sección de Santotis.- *Santotis Section.*

**Sup(.):** Superior.

**Ta:** Taylori.

**Te:** Tenuicostatum.

**To:** Toarciense.- *Toarcian.*

**TOC:** Carbono Orgánico Total.- *Total Organic Carbon.*

**T-R:** Ciclo Transgresivo-Regresivo.- *Transgressive-Regressive Cycle.*

**TUD:** Sección de Tudanca.- *Tudanca Section.*

**UCM:** Universidad Complutense de Madrid.

**UNED:** Universidad Nacional de Estudios a Distancia.

**UV:** Ultravioleta.

**Va:** Valdani.

**VB:** Grado de preservación muy malo (sólo algunos especímenes son reconocibles).- *Very bad state of preservation (only few specimens are recognizable).*

**VR:** Muy raro (1 espécimen por > 101 campos de visión). Referido a la abundancia de nanofósiles calcáreos en las asociaciones, en cada smear slide.- *very rare (1*

*specimen in > 101 fields of view). Referred to the nannofossil assemblage abundances.*

**VR:** Muy raro (1 espécimen por > 101 campos de visión. Referido a las abundancias relativas de cada especie.- *very rare (1 specimen in > 101 fields of view). Referred to the nannofossil assemblage abundances.*

**vs.:** contra (del latín, *versus*).- *against (in latin, versus).*

**WR:** W Rodiles Section.

**y:** Función de regresión lineal.- *Linear regression function.*

**$\delta^{13}\text{C}_{\text{bel}}$ :** Isótopo del C medido en belemnites.

**$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ :** Isótopo del C medido en carbonatos.

**$\delta^{18}\text{O}_{\text{bel}}$ :** Isótopo del O medido en belemnites.

**$\delta^{18}\text{O}_{\text{bulk}}$ :** Isótopo del O medido en roca.



ANEXO II  
DATOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS BIOMÉTRICOS  
*APPENDIX II*  
*BIOMETRICS*

---

**Tabla 1.- *Crepidolithus cavus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
TUD.239	1	5,6	3,7
TUD.239	2	5,9	4,1
TUD.239	3	5,8	3,8
TUD.239	4	6,3	4,2
TUD.239	5	5,1	3,6
TUD.239	6	4,6	3,4
TUD.239	7	6,8	4,9
TUD.239	8	6,3	4,5
TUD.239	9	6,1	3,9
TUD.239	10	5,9	4,3
TUD.239	11	5,1	3,5
TUD.239	12	4,8	2,9
TUD.239	13	6,4	4,6
TUD.239	14	5,9	3,8
TUD.239	15	5,8	3,7
TUD.239	16	6,3	4,4
TUD.239	17	5,9	4,2
TUD.239	18	6,1	4,3
TUD.239	19	5,2	3,2
TUD.239	20	5,1	3,2
TUD.239	21	5,0	3,1
TUD.239	22	5,2	3,6
TUD.239	23	4,1	2,9
TUD.239	24	5,8	4,1
TUD.239	25	6,4	4,3
TUD.249T	26	6,7	5,2
TUD.249T	27	5,2	3,6
TUD.249T	28	5,8	4,1
TUD.249T	29	4,7	3,1
TUD.249T	30	4,9	3,0
TUD.249T	31	5,2	3,4
TUD.249T	32	5,6	4,1
TUD.249T	33	5,1	3,6
TUD.249T	34	4,5	3,1
TUD.249T	35	5,3	3,9
TUD.249T	36	6,1	4,4
TUD.249T	37	5,2	3,4
TUD.249T	38	5,8	4,1
TUD.249T	39	5,1	3,7
TUD.249T	40	5,2	3,5
TUD.249T	41	5,7	4,1
TUD.249T	42	6,2	4,5
TUD.249T	43	5,9	3,8
TUD.249T	44	5,1	3,6
TUD.249T	45	6,1	4,6
TUD.249T	46	5,2	4,1
TUD.249T	47	4,7	3,1
TUD.249T	48	4,9	3,2
TUD.249T	49	5,3	3,5
TUD.249T	50	5,9	4,1

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	6,8	4,1	5,5
Anchura (Width)	5,2	2,9	3,8



Tabla 2-1.- *Crepidolithus crassus*

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.23C	1	5,05	3,95	1,28
STT.23C	2	6,87	4,33	1,59
STT.23C	3	6,25	4,27	1,46
STT.23C	4	7,53	4,51	1,67
STT.23C	5	6,27	4,77	1,31
STT.23C	6	7,03	4,59	1,53
STT.23C	7	5,88	4,20	1,40
STT.23C	8	6,49	3,98	1,63
STT.23C	9	6,94	4,05	1,71
STT.23C	10	5,80	4,14	1,40
STT.23C	11	6,18	4,41	1,40
STT.23C	12	7,55	5,69	1,33
STT.23C	13	8,43	5,43	1,55
STT.23C	14	5,70	4,38	1,30
STT.23C	15	5,92	4,48	1,32
STT.23C	16	6,94	4,15	1,67
STT.23C	17	7,19	4,77	1,51
STT.23C	18	6,10	4,82	1,27
STT.23C	19	7,00	5,21	1,34
STT.23C	20	6,21	4,36	1,42
STT.23C	21	6,94	4,36	1,59
STT.23C	22	5,71	4,67	1,22
STT.23C	23	6,88	4,53	1,52
STT.23C	24	7,66	4,57	1,68
STT.23C	25	6,78	4,56	1,49
STT.23C	26	6,65	4,03	1,65
STT.23C	27	6,15	4,25	1,45
STT.23C	28	6,50	4,28	1,52
STT.23C	29	6,71	4,10	1,64
STT.23C	30	5,97	4,61	1,30
STT.23C	31	6,70	4,59	1,46
STT.23C	32	6,87	4,89	1,40
STT.23C	33	7,27	4,38	1,66
STT.23C	34	7,25	4,88	1,49
STT.23C	35	6,20	4,03	1,54
STT.23C	36	6,04	4,16	1,45
STT.23C	37	6,82	4,03	1,69
STT.23C	38	7,40	4,83	1,53
STT.23C	39	6,94	4,59	1,51
STT.23C	40	6,38	4,03	1,58
STT.23C	41	6,02	5,46	1,10
STT.23C	42	6,62	5,11	1,30
STT.23C	43	6,32	4,41	1,43
STT.23C	44	7,02	4,50	1,56
STT.23C	45	6,82	4,49	1,52
STT.23C	46	6,62	4,59	1,44
STT.23C	47	6,60	4,81	1,37
STT.23C	48	7,50	4,83	1,55
STT.23C	49	6,09	4,52	1,35
STT.23C	50	6,35	4,32	1,47
STT.23C	51	6,87	4,73	1,45
STT.23C	52	6,44	4,69	1,37
STT.23C	53	6,14	4,50	1,36
STT.23C	54	6,49	4,24	1,53
STT.23C	55	7,24	4,90	1,48
STT.23C	56	7,00	4,32	1,62
STT.23C	57	7,44	4,84	1,54
STT.23C	58	6,43	4,91	1,31
STT.23C	59	5,62	3,81	1,48
STT.23C	60	5,71	3,95	1,45
STT.23C	61	5,77	4,44	1,30
STT.23C	62	6,11	4,41	1,39
STT.23C	63	6,79	4,21	1,61
STT.23C	64	6,72	4,18	1,61
STT.23C	65	5,93	4,31	1,38
STT.23C	66	6,80	5,09	1,34
STT.23C	67	6,33	4,83	1,31
STT.23C	68	6,62	5,09	1,30
STT.23C	69	6,35	4,61	1,38
STT.23C	70	6,07	4,05	1,50
STT.23C	71	6,18	4,74	1,30
STT.23C	72	5,50	4,28	1,29
STT.23C	73	6,72	4,81	1,40
STT.23C	74	7,76	5,73	1,35
STT.23C	75	7,46	5,08	1,47
STT.23C	76	6,84	4,50	1,52
STT.23C	77	7,34	4,07	1,80
STT.23C	78	7,75	4,67	1,66
STT.23C	79	6,25	4,08	1,53

Grupos Groups	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width
3,2	0	0
3,6	0	11
4,0	0	84
4,4	0	310
4,8	0	475
5,2	5	461
5,6	18	382
6,0	91	127
6,4	253	39
6,8	347	11
7,2	378	0
7,6	380	0
8,0	245	0
8,4	125	0
8,8	41	0
9,2	8	0
9,6	3	0
10,0	3	0
10,4	2	0
10,8	1	0
11,2	0	0
11,6	0	0

Longitud (Length)		
Máx (Max)	Min (Min)	Med (Mean)
10,56	4,92	7,07

Anchura (Width)		
Máx (Max)	Min (Min)	Med (Mean)
6,76	3,22	4,88

**Tabla 2-2.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.23C	80	6,65	4,83	1,38
STT.23C	81	6,84	4,13	1,66
STT.23C	82	6,58	4,91	1,34
STT.23C	83	6,91	4,34	1,59
STT.23C	84	6,82	5,27	1,29
STT.23C	85	6,27	4,32	1,45
STT.23C	86	6,71	5,34	1,26
STT.23C	87	6,46	4,06	1,59
STT.23C	88	6,54	4,68	1,40
STT.23C	89	6,22	4,02	1,55
STT.23C	90	5,85	4,25	1,38
STT.23C	91	6,85	4,53	1,51
STT.23C	92	6,97	5,12	1,36
STT.23C	93	6,74	4,96	1,36
STT.23C	94	7,52	5,25	1,43
STT.23C	95	6,18	5,14	1,20
STT.23C	96	7,18	5,04	1,42
STT.23C	97	6,27	4,28	1,46
STT.23C	98	6,09	4,94	1,23
STT.23C	99	6,57	4,75	1,38
STT.23C	100	6,58	3,79	1,74
STT.25C	101	6,50	4,34	1,50
STT.25C	102	6,86	5,05	1,36
STT.25C	103	7,71	4,62	1,67
STT.25C	104	6,77	4,28	1,58
STT.25C	105	6,83	4,19	1,63
STT.25C	106	5,93	4,33	1,37
STT.25C	107	6,23	4,51	1,38
STT.25C	108	6,75	4,72	1,43
STT.25C	109	5,09	4,12	1,24
STT.25C	110	6,30	4,03	1,56
STT.25C	111	6,82	4,44	1,54
STT.25C	112	5,75	4,45	1,29
STT.25C	113	7,28	4,72	1,54
STT.25C	114	6,92	4,66	1,48
STT.25C	115	6,49	4,95	1,31
STT.25C	116	6,58	4,78	1,38
STT.25C	117	6,93	4,16	1,67
STT.25C	118	6,00	4,55	1,32
STT.25C	119	6,67	4,05	1,65
STT.25C	120	5,97	3,97	1,50
STT.25C	121	6,40	4,25	1,51
STT.25C	122	6,54	4,31	1,52
STT.25C	123	6,30	4,63	1,36
STT.25C	124	7,03	4,80	1,46
STT.25C	125	7,02	4,31	1,63
STT.25C	126	7,24	4,73	1,53
STT.25C	127	7,11	4,58	1,55
STT.25C	128	6,18	4,37	1,41
STT.25C	129	6,78	4,58	1,48
STT.25C	130	6,17	4,60	1,34
STT.25C	131	6,29	3,93	1,60
STT.25C	132	6,32	4,55	1,39
STT.25C	133	7,32	5,18	1,41
STT.25C	134	7,07	4,78	1,48
STT.25C	135	6,02	4,20	1,43
STT.25C	136	6,83	4,75	1,44
STT.25C	137	6,56	4,68	1,40
STT.25C	138	6,58	4,60	1,43
STT.25C	139	6,73	5,12	1,31
STT.25C	140	6,42	5,06	1,27
STT.25C	141	6,80	4,42	1,54
STT.25C	142	6,44	5,05	1,28
STT.25C	143	6,84	4,32	1,58
STT.25C	144	6,57	4,62	1,42
STT.25C	145	6,89	4,80	1,44
STT.25C	146	6,84	4,63	1,48
STT.25C	147	6,00	4,46	1,35
STT.25C	148	6,03	4,24	1,42
STT.25C	149	6,12	4,31	1,42
STT.25C	150	6,62	4,50	1,47
STT.25C	151	6,00	4,02	1,49
STT.25C	152	6,61	4,21	1,57
STT.25C	153	6,04	4,34	1,39
STT.25C	154	6,35	4,14	1,53
STT.25C	155	6,30	4,34	1,45
STT.25C	156	6,07	4,08	1,49
STT.25C	157	6,43	4,46	1,44
STT.25C	158	6,72	4,20	1,60

**Tabla 2-3.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.25C	159	7,11	4,28	1,66
STT.25C	160	7,22	4,24	1,70
STT.25C	161	6,58	5,00	1,32
STT.25C	162	7,58	5,52	1,37
STT.25C	163	6,34	4,80	1,32
STT.25C	164	7,20	4,63	1,56
STT.25C	165	7,39	4,10	1,67
STT.25C	166	6,06	3,85	1,57
STT.25C	167	6,95	4,88	1,42
STT.25C	168	6,86	5,43	1,26
STT.25C	169	6,08	4,25	1,43
STT.25C	170	6,63	5,15	1,29
STT.25C	171	7,44	5,11	1,46
STT.25C	172	5,75	3,58	1,61
STT.25C	173	5,45	4,17	1,31
STT.25C	174	6,49	3,85	1,69
STT.25C	175	6,17	4,42	1,40
STT.25C	176	7,03	4,84	1,45
STT.25C	177	6,21	4,42	1,40
STT.25C	178	6,56	4,78	1,37
STT.25C	179	6,56	4,20	1,56
STT.25C	180	5,92	4,19	1,41
STT.25C	181	6,57	4,26	1,54
STT.25C	182	7,08	5,18	1,37
STT.25C	183	5,73	4,59	1,25
STT.25C	184	6,53	4,03	1,62
STT.25C	185	7,36	5,25	1,40
STT.25C	186	7,15	4,65	1,54
STT.25C	187	7,02	4,74	1,48
STT.25C	188	6,72	4,71	1,43
STT.25C	189	6,31	3,78	1,67
STT.25C	190	5,83	3,99	1,46
STT.25C	191	7,03	4,40	1,60
STT.25C	192	6,76	4,38	1,54
STT.25C	193	6,71	4,68	1,43
STT.25C	194	6,75	4,16	1,62
STT.25C	195	7,11	4,84	1,47
STT.25C	196	6,73	4,79	1,41
STT.25C	197	6,22	4,72	1,32
STT.25C	198	6,74	5,12	1,32
STT.25C	199	6,13	4,23	1,45
STT.33	200	7,07	4,68	1,51
STT.33	201	5,90	3,61	1,63
STT.33	202	7,50	4,80	1,56
STT.33	203	6,30	3,87	1,63
STT.33	204	6,46	4,46	1,45
STT.33	205	6,09	4,42	1,38
STT.33	206	7,09	4,39	1,62
STT.33	207	5,63	3,69	1,53
STT.33	208	7,46	4,17	1,79
STT.33	209	6,06	4,38	1,38
STT.33	210	6,18	4,53	1,36
STT.33	211	6,50	5,00	1,30
STT.33	212	6,32	4,88	1,30
STT.33	213	6,79	4,84	1,40
STT.33	214	6,15	3,60	1,71
STT.33	215	6,63	3,73	1,78
STT.33	216	6,55	4,59	1,43
STT.33	217	7,12	4,79	1,49
STT.33	218	7,43	5,45	1,36
STT.33	219	6,91	4,46	1,55
STT.33	220	6,80	4,89	1,39
STT.33	221	7,16	4,41	1,62
STT.33	222	6,79	3,76	1,81
STT.33	223	6,90	5,02	1,37
STT.33	224	7,90	4,50	1,76
STT.33	225	7,19	4,70	1,53
STT.33	226	6,40	5,39	1,19
STT.33	227	6,31	4,32	1,46
STT.33	228	6,70	5,31	1,26
STT.33	229	6,96	4,29	1,62
STT.33	230	6,36	5,06	1,26
STT.33	231	6,32	4,78	1,32
STT.33	232	6,84	4,47	1,53
STT.33	233	5,90	4,63	1,27
STT.33	234	6,84	4,70	1,46
STT.33	235	6,11	4,26	1,43
STT.33	236	6,93	5,05	1,37
STT.33	237	6,59	4,38	1,50

**Tabla 2-4.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.33	238	6,81	5,04	1,35
STT.33	239	6,24	4,09	1,53
STT.33	240	6,49	4,97	1,31
STT.33	241	6,46	4,57	1,41
STT.33	242	5,86	4,59	1,28
STT.33	243	6,72	4,32	1,56
STT.33	244	6,77	5,07	1,34
STT.33	245	6,83	5,05	1,35
STT.33	246	7,00	5,21	1,34
STT.33	247	7,18	4,13	1,74
STT.33	248	6,04	4,53	1,33
STT.33	249	7,00	4,26	1,64
STT.33	250	6,48	4,86	1,33
STT.33	251	6,37	4,68	1,36
STT.33	252	6,21	4,79	1,30
STT.33	253	6,82	4,59	1,49
STT.33	254	6,31	5,02	1,26
STT.33	255	6,79	4,19	1,62
STT.33	256	7,00	5,25	1,33
STT.33	257	6,17	4,42	1,40
STT.33	258	6,19	4,34	1,43
STT.33	259	7,20	4,77	1,51
STT.33	260	6,86	5,31	1,29
STT.33	261	7,68	5,17	1,49
STT.33	262	6,80	5,26	1,29
STT.33	263	5,78	4,29	1,35
STT.33	264	6,48	4,60	1,41
STT.33	265	7,53	4,53	1,66
STT.33	266	7,74	5,05	1,53
STT.33	267	6,19	4,68	1,32
STT.33	268	6,42	4,44	1,45
STT.33	269	6,05	4,19	1,44
STT.33	270	6,87	5,07	1,36
STT.33	271	6,83	4,45	1,53
STT.33	272	6,27	4,74	1,32
STT.33	273	6,34	4,28	1,48
STT.33	274	6,31	4,65	1,36
STT.33	275	6,08	5,16	1,18
STT.33	276	6,10	4,12	1,48
STT.33	277	7,07	5,18	1,36
STT.33	278	6,03	4,80	1,26
STT.33	279	6,12	4,09	1,50
STT.33	280	5,72	3,86	1,48
STT.33	281	7,31	5,03	1,45
STT.33	282	6,34	4,43	1,43
STT.33	283	6,05	4,70	1,29
STT.33	284	6,76	4,83	1,40
STT.33	285	6,44	4,46	1,44
STT.33	286	7,16	4,44	1,61
STT.33	287	6,93	4,59	1,51
STT.33	288	7,55	4,87	1,55
STT.33	289	6,52	3,84	1,70
STT.33	290	6,54	4,43	1,48
STT.33	291	6,49	5,28	1,23
STT.33	292	7,21	4,70	1,53
STT.33	293	6,59	4,73	1,39
STT.33	294	6,28	4,25	1,48
STT.33	295	6,46	4,65	1,39
STT.33	296	6,56	4,40	1,49
STT.33	297	6,14	4,24	1,45
STT.33	298	7,05	4,64	1,52
STT.33	299	6,41	4,03	1,59
STT.33	300	6,13	3,87	1,58
STT.41T	301	6,92	4,61	1,50
STT.41T	302	6,37	3,80	1,68
STT.41T	303	6,08	4,39	1,38
STT.41T	304	5,61	3,62	1,55
STT.41T	305	6,28	4,87	1,29
STT.41T	306	5,68	3,97	1,43
STT.41T	307	5,80	4,48	1,29
STT.41T	308	6,74	4,87	1,38
STT.41T	309	6,37	4,41	1,44
STT.41T	310	6,23	4,58	1,36
STT.41T	311	5,96	4,16	1,43
STT.41T	312	8,27	5,57	1,48
STT.41T	313	6,87	4,82	1,43
STT.41T	314	6,87	4,19	1,64
STT.41T	315	6,69	4,66	1,44
STT.41T	316	7,23	5,59	1,29

**Tabla 2-5.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.41T	317	5,90	3,58	1,65
STT.41T	318	6,15	4,21	1,46
STT.41T	319	6,38	4,11	1,55
STT.41T	320	6,40	4,49	1,43
STT.41T	321	6,22	3,95	1,57
STT.41T	322	5,74	4,75	1,21
STT.41T	323	7,16	4,87	1,47
STT.41T	324	6,68	4,42	1,51
STT.41T	325	7,33	4,46	1,64
STT.41T	326	5,76	4,45	1,29
STT.41T	327	6,86	4,45	1,54
STT.41T	328	6,56	4,39	1,49
STT.41T	329	6,46	4,50	1,44
STT.41T	330	7,28	5,00	1,46
STT.41T	331	6,08	4,65	1,31
STT.41T	332	7,24	5,42	1,34
STT.41T	333	6,40	4,34	1,47
STT.41T	334	6,50	4,44	1,46
STT.41T	335	7,05	4,77	1,48
STT.41T	336	6,19	4,36	1,42
STT.41T	337	6,94	4,75	1,46
STT.41T	338	6,02	4,34	1,39
STT.41T	339	6,72	4,87	1,38
STT.41T	340	6,36	4,46	1,43
STT.41T	341	6,53	5,08	1,29
STT.41T	342	6,74	4,81	1,40
STT.41T	343	7,37	4,69	1,57
STT.41T	344	6,61	4,29	1,54
STT.41T	345	5,83	4,25	1,37
STT.41T	346	6,84	4,93	1,39
STT.41T	347	7,01	4,49	1,56
STT.41T	348	6,72	4,81	1,40
STT.41T	349	5,87	4,72	1,24
STT.41T	350	6,35	4,41	1,44
STT.41T	351	6,56	4,35	1,51
STT.41T	352	6,74	4,56	1,48
STT.41T	353	7,24	4,15	1,74
STT.41T	354	7,10	5,16	1,38
STT.41T	355	7,07	5,13	1,38
STT.41T	356	6,08	4,18	1,45
STT.41T	357	7,45	4,61	1,62
STT.41T	358	6,63	3,76	1,76
STT.41T	359	5,79	3,89	1,49
STT.41T	360	7,15	4,55	1,57
STT.41T	361	6,43	4,43	1,45
STT.41T	362	6,39	4,82	1,33
STT.41T	363	6,61	4,20	1,57
STT.41T	364	6,42	4,66	1,38
STT.41T	365	6,04	3,77	1,60
STT.41T	366	6,82	4,59	1,49
STT.41T	367	7,29	5,53	1,32
STT.41T	368	6,38	4,39	1,45
STT.41T	369	6,08	4,13	1,47
STT.41T	370	6,56	5,08	1,29
STT.41T	371	6,18	4,53	1,36
STT.41T	372	7,37	5,48	1,34
STT.41T	373	6,65	5,05	1,32
STT.41T	374	7,00	4,66	1,50
STT.41T	375	6,18	4,72	1,31
STT.41T	376	5,53	4,24	1,30
STT.41T	377	7,71	4,75	1,62
STT.41T	378	6,71	4,81	1,40
STT.41T	379	6,58	4,70	1,40
STT.41T	380	6,03	4,18	1,44
STT.41T	381	6,36	4,33	1,47
STT.41T	382	6,50	4,35	1,49
STT.41T	383	6,41	4,17	1,54
STT.41T	384	6,78	4,47	1,52
STT.41T	385	7,09	4,72	1,50
STT.41T	386	7,09	5,05	1,40
STT.41T	387	6,75	4,69	1,44
STT.41T	388	6,49	4,78	1,36
STT.41T	389	5,98	4,88	1,23
STT.41T	390	6,38	4,46	1,43
STT.41T	391	6,34	4,28	1,48
STT.41T	392	6,35	4,37	1,45
STT.41T	393	6,90	4,09	1,69
STT.41T	394	7,43	4,76	1,56
STT.41T	395	5,83	4,65	1,25

**Tabla 2-6.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.41T	396	6,42	4,29	1,50
STT.41T	397	6,13	4,59	1,34
STT.41T	398	5,67	3,84	1,48
STT.41T	399	6,60	5,13	1,29
STT.41T	400	5,86	4,53	1,29
STT.45	401	6,26	4,28	1,46
STT.45	402	6,69	3,99	1,68
STT.45	403	6,73	5,34	1,26
STT.45	404	6,24	4,76	1,31
STT.45	405	6,75	5,09	1,33
STT.45	406	6,10	4,76	1,28
STT.45	407	6,55	4,44	1,48
STT.45	408	6,68	4,76	1,40
STT.45	409	5,43	4,18	1,30
STT.45	410	6,69	4,09	1,64
STT.45	411	6,56	4,32	1,52
STT.45	412	6,27	4,37	1,43
STT.45	413	6,42	4,73	1,36
STT.45	414	6,51	3,87	1,68
STT.45	415	6,45	4,32	1,49
STT.45	416	6,00	4,04	1,49
STT.45	417	6,17	4,92	1,25
STT.45	418	5,19	4,28	1,21
STT.45	419	6,29	4,28	1,47
STT.45	420	6,40	4,38	1,46
STT.45	421	6,70	4,39	1,53
STT.45	422	6,50	4,24	1,53
STT.45	423	6,86	4,83	1,42
STT.45	424	6,75	5,01	1,35
STT.45	425	7,11	4,85	1,47
STT.45	426	6,29	4,11	1,53
STT.45	427	6,14	4,58	1,34
STT.45	428	7,14	4,14	1,72
STT.45	429	5,28	3,50	1,51
STT.45	430	6,46	4,96	1,30
STT.45	431	5,36	3,48	1,54
STT.45	432	5,71	4,38	1,30
STT.45	433	6,02	3,75	1,61
STT.45	434	7,79	4,62	1,69
STT.45	435	6,06	4,14	1,46
STT.45	436	7,05	4,58	1,54
STT.45	437	5,89	3,47	1,70
STT.45	438	6,28	3,99	1,57
STT.45	439	5,88	3,86	1,52
STT.45	440	6,26	4,31	1,45
STT.45	441	7,00	4,12	1,70
STT.45	442	6,69	4,30	1,56
STT.45	443	6,68	4,66	1,43
STT.45	444	6,30	3,92	1,61
STT.45	445	6,39	4,42	1,45
STT.45	446	6,45	4,10	1,57
STT.45	447	6,45	3,69	1,75
STT.45	448	6,14	4,59	1,34
STT.45	449	6,61	4,19	1,58
STT.45	450	7,31	4,74	1,54
STT.45	451	6,39	4,76	1,34
STT.45	452	6,45	4,69	1,38
STT.45	453	6,45	4,44	1,45
STT.45	454	6,96	4,28	1,63
STT.45	455	5,69	3,79	1,50
STT.45	456	7,43	4,19	1,77
STT.45	457	5,23	3,22	1,62
STT.45	458	7,50	4,36	1,72
STT.45	459	6,31	4,47	1,41
STT.45	460	7,43	4,53	1,64
STT.45	461	6,66	4,40	1,51
STT.45	462	7,59	4,32	1,76
STT.45	463	6,79	4,08	1,66
STT.45	464	5,50	3,89	1,41
STT.45	465	6,18	4,22	1,46
STT.45	466	5,93	4,14	1,43
STT.45	467	6,56	4,00	1,64
STT.45	468	6,24	4,05	1,54
STT.45	469	5,80	3,96	1,46
STT.45	470	7,27	5,55	1,31
STT.45	471	6,78	4,17	1,63
STT.45	472	7,13	5,15	1,38
STT.45	473	6,64	4,52	1,47
STT.45	474	5,94	4,30	1,38

**Tabla 2-7.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.45	475	7,24	4,74	1,53
STT.45	476	5,91	4,41	1,34
STT.45	477	7,40	4,48	1,65
STT.45	478	6,96	4,51	1,54
STT.45	479	5,84	3,68	1,59
STT.45	480	6,34	4,34	1,46
STT.45	481	6,05	4,01	1,51
STT.45	482	6,74	4,64	1,45
STT.45	483	7,18	4,40	1,63
STT.45	484	6,86	4,50	1,52
STT.45	485	6,44	4,01	1,61
STT.45	486	5,94	4,29	1,38
STT.45	487	7,59	4,69	1,62
STT.45	488	6,37	4,58	1,39
STT.45	489	6,90	4,40	1,57
STT.45	490	4,92	3,88	1,27
STT.45	491	5,93	4,17	1,42
STT.45	492	6,66	4,61	1,44
STT.45	493	6,85	3,94	1,74
STT.45	494	7,01	4,66	1,50
STT.45	495	6,05	3,98	1,52
STT.45	496	7,54	4,86	1,55
STT.45	497	7,88	4,73	1,67
STT.45	498	6,22	3,93	1,58
STT.45	499	6,21	4,91	1,26
STT.45	500	6,23	4,25	1,47
STT.49T	501	6,70	4,36	1,54
STT.49T	502	5,58	4,28	1,30
STT.49T	503	7,11	4,69	1,52
STT.49T	504	6,24	4,00	1,56
STT.49T	505	6,19	4,28	1,45
STT.49T	506	6,80	4,39	1,55
STT.49T	507	5,61	3,85	1,46
STT.49T	508	6,71	4,27	1,57
STT.49T	509	6,40	4,64	1,38
STT.49T	510	6,97	4,65	1,50
STT.49T	511	5,83	3,93	1,48
STT.49T	512	6,70	4,21	1,59
STT.49T	513	6,92	4,81	1,44
STT.49T	514	6,61	4,73	1,40
STT.49T	515	7,24	4,34	1,67
STT.49T	516	6,14	4,43	1,39
STT.49T	517	6,15	4,59	1,34
STT.49T	518	5,96	4,99	1,19
STT.49T	519	6,99	4,55	1,54
STT.49T	520	7,02	5,17	1,36
STT.49T	521	6,80	4,98	1,37
STT.49T	522	6,72	5,17	1,30
STT.49T	523	6,01	4,02	1,50
STT.49T	524	6,49	4,45	1,46
STT.49T	525	7,08	5,00	1,42
STT.49T	526	6,27	4,83	1,30
STT.49T	527	7,53	4,97	1,52
STT.49T	528	6,44	4,08	1,58
STT.49T	529	6,19	5,19	1,19
STT.49T	530	6,45	4,53	1,42
STT.49T	531	7,05	5,55	1,27
STT.49T	532	6,56	4,90	1,34
STT.49T	533	6,58	4,48	1,47
STT.49T	534	6,66	4,24	1,57
STT.49T	535	7,13	4,72	1,51
STT.49T	536	6,54	5,09	1,28
STT.49T	537	5,65	4,20	1,35
STT.49T	538	6,90	4,53	1,52
STT.49T	539	7,37	4,90	1,50
STT.49T	540	7,09	5,06	1,40
STT.49T	541	6,12	4,45	1,38
STT.49T	542	6,39	4,46	1,43
STT.49T	543	6,18	4,00	1,55
STT.49T	544	6,07	4,35	1,40
STT.49T	545	6,60	4,77	1,38
STT.49T	546	6,60	3,96	1,67
STT.49T	547	6,34	4,30	1,47
STT.49T	548	6,61	4,42	1,50
STT.49T	549	6,58	4,32	1,52
STT.49T	550	5,98	4,74	1,26
STT.49T	551	6,33	4,13	1,53
STT.49T	552	7,40	4,63	1,60
STT.49T	553	6,62	4,16	1,59

**Tabla 2-8.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.49T	554	6,50	4,38	1,48
STT.49T	555	6,78	4,67	1,45
STT.49T	556	6,75	4,55	1,48
STT.49T	557	6,22	4,50	1,38
STT.49T	558	6,59	5,14	1,28
STT.49T	559	6,34	4,64	1,37
STT.49T	560	7,54	4,82	1,56
STT.49T	561	6,93	4,41	1,57
STT.49T	562	6,15	3,94	1,56
STT.49T	563	6,03	4,74	1,27
STT.49T	564	5,46	3,96	1,38
STT.49T	565	5,85	4,24	1,38
STT.49T	566	6,05	4,28	1,41
STT.49T	567	6,31	4,18	1,51
STT.49T	568	6,05	4,94	1,22
STT.49T	569	6,90	4,45	1,55
STT.49T	570	6,40	4,86	1,32
STT.49T	571	7,03	4,77	1,47
STT.49T	572	7,65	5,39	1,42
STT.49T	573	6,48	4,49	1,44
STT.49T	574	6,20	4,36	1,42
STT.49T	575	6,47	4,58	1,41
STT.49T	576	6,50	4,16	1,56
STT.49T	577	6,62	4,62	1,43
STT.49T	578	6,49	4,88	1,33
STT.49T	579	7,09	4,35	1,63
STT.49T	580	7,16	4,29	1,67
STT.49T	581	6,88	4,33	1,59
STT.49T	582	6,67	4,62	1,44
STT.49T	583	6,78	4,25	1,60
STT.49T	584	6,65	4,33	1,54
STT.49T	585	6,87	4,82	1,43
STT.49T	586	5,98	4,05	1,48
STT.49T	587	6,75	4,69	1,44
STT.49T	588	6,61	4,56	1,45
STT.49T	589	7,02	5,04	1,39
STT.49T	590	6,57	4,23	1,55
STT.49T	591	6,34	4,28	1,48
STT.49T	592	6,37	4,37	1,46
STT.51T	593	6,90	4,56	1,51
STT.51T	594	7,13	5,09	1,40
STT.51T	595	6,45	4,61	1,40
STT.51T	596	6,22	4,29	1,45
STT.51T	597	6,13	4,59	1,34
STT.51T	598	6,35	3,89	1,63
STT.51T	599	6,60	4,56	1,45
STT.51T	600	6,65	4,27	1,56
STT.51T	601	6,50	4,10	1,59
STT.51T	602	5,68	3,66	1,55
STT.51T	603	6,45	4,68	1,38
STT.51T	604	7,49	5,14	1,46
STT.51T	605	7,29	4,62	1,58
STT.51T	606	6,52	4,90	1,33
STT.51T	607	5,67	4,03	1,41
STT.51T	608	6,92	4,68	1,48
STT.51T	609	6,50	4,19	1,55
STT.51T	610	6,16	4,72	1,31
STT.51T	611	7,29	4,24	1,72
STT.51T	612	6,88	4,99	1,38
STT.51T	613	6,27	3,25	1,93
STT.51T	614	7,02	4,77	1,47
STT.51T	615	6,87	4,96	1,39
STT.51T	616	6,32	5,39	1,17
STT.51T	617	7,49	4,90	1,53
STT.51T	618	7,23	4,93	1,47
STT.51T	619	6,21	4,71	1,32
STT.51T	620	6,49	4,76	1,36
STT.51T	621	6,17	4,44	1,39
STT.51T	622	6,08	4,54	1,34
STT.51T	623	6,11	4,22	1,45
STT.51T	624	6,52	5,63	1,16
STT.51T	625	6,47	4,07	1,59
STT.51T	626	6,84	4,68	1,46
STT.51T	627	6,83	4,25	1,61
STT.51T	628	6,80	5,04	1,35
STT.51T	629	6,77	4,83	1,40
STT.51T	630	7,26	4,40	1,65
STT.51T	631	6,44	4,52	1,42
STT.51T	632	6,33	4,90	1,29



**Tabla 2-9.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.51T	633	6,97	5,07	1,37
STT.51T	634	7,04	4,42	1,59
STT.51T	635	6,87	4,56	1,51
STT.51T	636	5,92	4,77	1,24
STT.51T	637	6,97	5,55	1,26
STT.51T	638	6,92	4,71	1,47
STT.51T	639	6,59	4,44	1,48
STT.51T	640	6,47	4,69	1,38
STT.51T	641	6,50	4,34	1,50
STT.51T	642	6,30	4,75	1,33
STT.51T	643	5,76	3,83	1,50
STT.51T	644	6,56	4,61	1,42
STT.51T	645	5,67	3,45	1,64
STT.51T	646	6,84	4,25	1,61
STT.51T	647	6,22	4,41	1,41
STT.51T	648	6,39	4,76	1,34
STT.51T	649	7,61	5,73	1,33
STT.51T	650	7,23	5,28	1,37
STT.51T	651	6,45	4,09	1,58
STT.51T	652	6,67	4,22	1,58
STT.51T	653	5,83	4,63	1,26
STT.51T	654	6,84	3,78	1,81
STT.51T	655	6,03	4,80	1,26
STT.51T	656	6,34	4,36	1,45
STT.51T	657	6,12	4,99	1,23
STT.51T	658	6,83	4,73	1,44
STT.51T	659	6,20	4,29	1,45
STT.51T	660	6,27	4,67	1,34
STT.51T	661	6,86	4,52	1,52
STT.51T	662	6,86	4,63	1,48
STT.51T	663	6,45	4,56	1,41
STT.51T	664	6,51	4,25	1,53
STT.51T	665	7,06	4,45	1,59
STT.51T	666	6,57	5,07	1,30
STT.51T	667	6,10	4,40	1,39
STT.51T	668	6,60	4,53	1,46
STT.51T	669	6,15	4,33	1,42
STT.51T	670	6,12	4,23	1,45
STT.51T	671	6,20	4,19	1,48
STT.51T	672	7,98	5,19	1,54
STT.51T	673	6,62	5,19	1,28
STT.51T	674	6,77	4,76	1,42
STT.51T	675	6,75	4,69	1,44
STT.51T	676	7,25	4,63	1,57
STT.51T	677	8,12	5,46	1,49
STT.51T	678	6,00	4,89	1,23
STT.51T	679	7,53	4,51	1,67
STT.51T	680	7,49	4,56	1,64
STT.51T	681	6,93	4,69	1,48
STT.51T	682	6,53	4,65	1,40
STT.51T	683	5,95	4,59	1,30
STT.51T	684	6,68	4,96	1,35
STT.51T	685	6,06	4,03	1,50
STT.51T	686	6,50	4,34	1,50
STT.51T	687	6,30	4,14	1,52
STT.51T	688	6,22	4,68	1,33
STT.51T	689	7,98	5,59	1,43
STT.51T	690	6,85	4,11	1,67
STT.51T	691	6,32	4,86	1,30
STT.51T	692	6,24	4,87	1,28
STT.51T	693	7,19	5,12	1,40
STT.51T	694	6,56	4,82	1,36
STT.51T	695	6,00	4,43	1,35
STT.51T	696	6,73	4,78	1,41
STT.51T	697	6,58	4,99	1,32
STT.51T	698	6,78	5,44	1,25
STT.51T	699	6,54	4,91	1,33
STT.51T	700	6,98	4,82	1,45
STT.55B	701	5,69	4,62	1,23
STT.55B	702	5,50	3,62	1,52
STT.55B	703	7,53	4,79	1,57
STT.55B	704	6,97	4,49	1,55
STT.55B	705	6,82	4,56	1,50
STT.55B	706	6,27	4,22	1,49
STT.55B	707	6,82	4,38	1,56
STT.55B	708	6,27	4,13	1,52
STT.55B	709	7,02	4,27	1,64
STT.55B	710	7,42	4,87	1,52
STT.55B	711	7,13	4,82	1,48

**Tabla 2-10.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.55B	712	7,07	4,51	1,57
STT.55B	713	6,92	4,51	1,53
STT.55B	714	5,88	3,95	1,49
STT.55B	715	7,11	3,78	1,88
STT.55B	716	7,12	4,73	1,51
STT.55B	717	6,18	4,16	1,49
STT.55B	718	5,65	3,87	1,46
STT.55B	719	6,96	5,12	1,36
STT.55B	720	6,06	4,40	1,38
STT.55B	721	7,09	4,68	1,51
STT.55B	722	7,01	5,32	1,32
STT.55B	723	6,14	4,47	1,37
STT.55B	724	6,71	4,96	1,35
STT.55B	725	5,92	4,54	1,30
STT.55B	726	6,36	4,36	1,46
STT.55B	727	7,24	4,61	1,57
STT.55B	728	6,16	4,56	1,35
STT.55B	729	7,23	4,32	1,67
STT.55B	730	6,31	5,02	1,26
STT.55B	731	5,42	3,42	1,58
STT.55B	732	6,38	4,17	1,53
STT.55B	733	6,78	4,79	1,42
STT.55B	734	7,10	4,36	1,63
STT.55B	735	7,00	4,86	1,44
STT.55B	736	6,46	4,07	1,59
STT.55B	737	6,53	3,78	1,73
STT.55B	738	6,27	3,93	1,60
STT.55B	739	6,87	4,61	1,49
STT.55B	740	5,82	4,32	1,35
STT.55B	741	6,31	4,21	1,50
STT.55B	742	5,54	3,36	1,65
STT.55B	743	5,61	3,98	1,41
STT.55B	744	6,74	4,01	1,68
STT.55B	745	6,50	4,08	1,59
STT.55B	746	5,70	3,75	1,52
STT.55B	747	7,20	4,59	1,57
STT.55B	748	6,58	4,55	1,45
STT.55B	749	6,20	4,03	1,54
STT.55B	750	6,42	3,69	1,74
STT.55B	751	5,82	3,84	1,52
STT.55B	752	5,46	3,68	1,48
STT.55B	753	8,03	5,15	1,56
STT.55B	754	6,71	4,35	1,54
STT.55B	755	7,21	4,46	1,62
STT.55B	756	6,75	4,86	1,39
STT.55B	757	6,19	4,61	1,34
STT.55B	758	5,66	3,86	1,47
STT.55B	759	6,58	4,69	1,40
STT.55B	760	6,71	3,83	1,75
STT.55B	761	6,23	3,87	1,61
STT.55B	762	6,38	4,69	1,36
STT.55B	763	6,75	4,67	1,45
STT.55B	764	6,37	4,11	1,55
STT.55B	765	6,09	4,26	1,43
STT.55B	766	6,73	4,43	1,52
STT.55B	767	7,38	4,54	1,63
STT.55B	768	6,62	3,96	1,67
STT.55B	769	7,05	4,72	1,49
STT.55B	770	5,97	4,27	1,40
STT.55B	771	6,28	4,12	1,52
STT.55B	772	6,23	4,47	1,39
STT.55B	773	6,08	3,94	1,54
STT.55B	774	6,84	4,68	1,46
STT.55B	775	6,16	4,34	1,42
STT.55B	776	7,03	4,15	1,69
STT.55B	777	7,04	4,40	1,60
STT.55B	778	6,83	4,61	1,48
STT.55B	779	6,63	4,44	1,49
STT.55B	780	6,63	4,12	1,61
STT.55B	781	6,47	3,92	1,65
STT.55B	782	7,96	4,42	1,80
STT.55B	783	7,06	4,28	1,65
STT.55B	784	6,42	4,37	1,47
STT.55B	785	6,96	4,76	1,46
STT.55B	786	6,82	4,61	1,48
STT.55B	787	5,96	4,31	1,38
STT.55B	788	7,58	4,70	1,61
STT.55B	789	7,07	4,15	1,70
STT.55B	790	5,49	4,29	1,28

**Tabla 2-11.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.55B	791	6,70	4,50	1,49
STT.55B	792	5,99	3,99	1,50
STT.55B	793	6,19	4,05	1,53
STT.55B	794	6,51	4,95	1,32
STT.55B	795	6,56	4,35	1,51
STT.55B	796	7,13	4,72	1,51
STT.55B	797	7,29	4,55	1,60
STT.55B	798	6,41	4,01	1,60
STT.55B	799	6,45	4,62	1,40
STT.55B	800	6,80	4,22	1,61
STT.71C	801	6,49	4,86	1,34
STT.71C	802	7,48	5,49	1,36
STT.71C	803	6,87	4,63	1,48
STT.71C	804	5,10	4,09	1,25
STT.71C	805	7,22	4,47	1,62
STT.71C	806	7,40	5,37	1,38
STT.71C	807	7,41	4,40	1,68
STT.71C	808	6,45	3,99	1,62
STT.71C	809	6,85	5,21	1,31
STT.71C	810	6,51	4,25	1,53
STT.71C	811	7,87	5,34	1,47
STT.71C	812	7,05	5,29	1,33
STT.71C	813	7,04	4,28	1,64
STT.71C	814	6,62	4,70	1,41
STT.71C	815	6,36	4,69	1,36
STT.71C	816	7,52	4,91	1,53
STT.71C	817	7,20	4,75	1,52
STT.71C	818	7,39	5,50	1,34
STT.71C	819	6,67	3,62	1,84
STT.71C	820	7,37	5,47	1,35
STT.71C	821	6,07	4,69	1,29
STT.71C	822	7,69	6,31	1,22
STT.71C	823	7,84	5,07	1,55
STT.71C	824	6,76	4,83	1,40
STT.71C	825	7,50	4,57	1,64
STT.71C	826	7,64	4,97	1,54
STT.71C	827	7,13	4,96	1,44
STT.71C	828	7,12	4,91	1,45
STT.71C	829	6,41	4,29	1,49
STT.71C	830	6,66	5,15	1,29
STT.71C	831	6,93	4,38	1,58
STT.71C	832	7,73	5,55	1,39
STT.71C	833	7,57	4,99	1,52
STT.71C	834	6,20	4,56	1,36
STT.71C	835	5,52	4,69	1,18
STT.71C	836	7,25	5,12	1,42
STT.71C	837	6,31	4,64	1,36
STT.71C	838	6,92	4,75	1,46
STT.71C	839	6,62	3,78	1,75
STT.71C	840	7,03	5,15	1,37
STT.71C	841	6,42	4,77	1,35
STT.71C	842	7,78	4,34	1,79
STT.71C	843	6,33	4,77	1,33
STT.71C	844	7,72	5,36	1,44
STT.71C	845	8,05	5,53	1,46
STT.71C	846	6,98	4,84	1,44
STT.71C	847	7,44	5,18	1,44
STT.71C	848	7,03	4,12	1,71
STT.71C	849	7,09	4,94	1,44
STT.71C	850	5,93	4,52	1,31
STT.71C	851	7,06	4,72	1,50
STT.71C	852	5,89	4,47	1,32
STT.71C	853	6,04	4,34	1,39
STT.71C	854	6,82	4,74	1,44
STT.71C	855	7,25	5,28	1,37
STT.71C	856	7,17	4,22	1,70
STT.71C	857	7,50	5,22	1,44
STT.71C	858	6,85	5,43	1,26
STT.71C	859	6,79	4,57	1,49
STT.71C	860	6,32	4,73	1,34
STT.71C	861	7,15	5,23	1,37
STT.71C	862	6,13	4,55	1,35
STT.71C	863	7,63	5,39	1,42
STT.71C	864	7,17	4,79	1,50
STT.71C	865	7,49	5,43	1,38
STT.71C	866	6,85	4,85	1,41
STT.71C	867	7,32	5,25	1,39
STT.71C	868	7,20	5,33	1,35
STT.71C	869	7,00	4,43	1,58

**Tabla 2-12.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.71C	870	7,71	5,18	1,49
STT.71C	871	7,30	5,01	1,46
STT.71C	872	7,63	4,96	1,54
STT.71C	873	5,78	3,87	1,49
STT.71C	874	7,26	5,61	1,29
STT.71C	875	6,88	4,90	1,40
STT.71C	876	7,71	5,93	1,30
STT.71C	877	6,27	4,19	1,50
STT.71C	878	7,07	5,12	1,38
STT.71C	879	6,23	4,85	1,28
STT.71C	880	6,36	4,55	1,40
STT.71C	881	7,76	5,09	1,52
STT.71C	882	6,87	5,10	1,35
STT.71C	883	6,70	4,75	1,41
STT.71C	884	7,19	4,80	1,50
STT.71C	885	6,75	5,06	1,33
STT.71C	886	6,13	4,62	1,33
STT.71C	887	7,15	4,77	1,50
STT.71C	888	6,68	4,10	1,63
STT.71C	889	6,46	4,65	1,39
STT.71C	890	6,38	4,84	1,32
STT.71C	891	6,45	4,71	1,37
STT.71C	892	6,9	4,64	1,49
STT.71C	893	6,88	4,74	1,45
STT.71C	894	6,40	4,28	1,50
STT.71C	895	7,81	4,74	1,65
STT.71C	896	7,07	4,41	1,60
STT.71C	897	7,64	5,74	1,33
STT.71C	898	7,33	5,24	1,40
STT.71C	899	6,84	4,81	1,42
STT.71C	900	7,53	4,90	1,54
STT.78B	901	6,90	5,69	1,21
STT.78B	902	7,08	4,51	1,57
STT.78B	903	5,83	4,10	1,42
STT.78B	904	6,49	4,91	1,32
STT.78B	905	7,96	5,64	1,41
STT.78B	906	6,51	4,59	1,42
STT.78B	907	7,50	5,26	1,43
STT.78B	908	6,75	5,27	1,28
STT.78B	909	6,87	5,22	1,32
STT.78B	910	7,52	5,45	1,38
STT.78B	911	6,58	4,47	1,47
STT.78B	912	6,68	5,21	1,28
STT.78B	913	6,73	4,21	1,60
STT.78B	914	7,15	5,20	1,38
STT.78B	915	7,48	5,37	1,39
STT.78B	916	7,07	5,12	1,38
STT.78B	917	6,80	5,00	1,36
STT.78B	918	6,39	4,77	1,34
STT.78B	919	7,08	5,52	1,28
STT.78B	920	7,37	6,05	1,22
STT.78B	921	6,30	5,43	1,16
STT.78B	922	7,30	5,19	1,41
STT.78B	923	7,29	4,90	1,49
STT.78B	924	7,40	5,25	1,41
STT.78B	925	6,85	5,52	1,24
STT.78B	926	6,87	4,37	1,57
STT.78B	927	7,02	5,16	1,36
STT.78B	928	6,38	4,82	1,32
STT.78B	929	6,10	4,51	1,35
STT.78B	930	6,98	5,00	1,40
STT.78B	931	6,94	4,66	1,49
STT.78B	932	6,81	5,41	1,26
STT.78B	933	7,02	4,96	1,42
STT.78B	934	7,02	4,91	1,43
STT.78B	935	6,62	5,04	1,31
STT.78B	936	5,58	3,70	1,51
STT.78B	937	6,97	4,79	1,46
STT.78B	938	7,36	5,17	1,42
STT.78B	939	7,21	4,90	1,47
STT.78B	940	7,46	5,56	1,34
STT.78B	941	7,61	5,49	1,39
STT.78B	942	6,65	4,91	1,35
STT.78B	943	7,32	4,48	1,63
STT.78B	944	7,06	5,17	1,37
STT.78B	945	6,93	5,16	1,34
STT.78B	946	7,32	5,13	1,43
STT.78B	947	7,19	5,41	1,33
STT.78B	948	7,18	5,27	1,36

**Tabla 2-13.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.78B	949	7,38	4,91	1,50
STT.78B	950	7,04	5,35	1,32
STT.78B	951	7,40	5,42	1,37
STT.78B	952	7,79	5,69	1,37
STT.78B	953	6,79	4,67	1,45
STT.78B	954	6,21	4,47	1,39
STT.78B	955	7,81	4,93	1,58
STT.78B	956	7,24	5,19	1,39
STT.78B	957	7,24	4,72	1,53
STT.78B	958	6,76	5,27	1,28
STT.78B	959	7,16	4,64	1,54
STT.78B	960	6,46	4,66	1,39
STT.78B	961	6,83	5,03	1,36
STT.78B	962	7,63	5,84	1,31
STT.78B	963	7,40	4,67	1,58
STT.78B	964	7,24	5,18	1,40
STT.78B	965	6,93	5,07	1,37
STT.78B	966	7,09	5,45	1,30
STT.78B	967	6,87	5,23	1,31
STT.78B	968	7,25	5,45	1,33
STT.78B	969	6,98	5,47	1,28
STT.78B	970	7,50	5,57	1,35
STT.78B	971	6,96	5,63	1,24
STT.78B	972	7,25	5,44	1,33
STT.78B	973	6,66	5,21	1,28
STT.78B	974	6,73	4,46	1,51
STT.78B	975	6,63	5,03	1,32
STT.78B	976	7,63	5,44	1,40
STT.78B	977	7,47	5,36	1,39
STT.78B	978	7,56	5,74	1,32
STT.78B	979	7,57	5,37	1,41
STT.78B	980	7,64	5,73	1,33
STT.78B	981	6,87	4,98	1,38
STT.78B	982	7,24	5,62	1,29
STT.78B	983	7,65	5,45	1,40
STT.78B	984	7,59	5,36	1,42
STT.78B	985	7,32	5,22	1,40
STT.78B	986	7,37	5,74	1,28
STT.78B	987	6,87	5,43	1,27
STT.78B	988	7,26	5,87	1,24
STT.78B	989	7,18	5,98	1,20
STT.78B	990	6,69	5,17	1,29
STT.78B	991	8,37	6,09	1,37
STT.78B	992	7,21	5,37	1,34
STT.78B	993	7,48	5,42	1,38
STT.78B	994	7,16	5,28	1,36
STT.78B	995	6,99	5,27	1,33
STT.78B	996	6,85	4,98	1,38
STT.78B	997	7,09	5,19	1,37
STT.78B	998	7,35	5,25	1,40
STT.78B	999	7,21	5,63	1,28
STT.78B	1000	7,83	5,67	1,38
STT.78T	1001	8,00	5,10	1,57
STT.78T	1002	6,99	4,22	1,66
STT.78T	1003	7,07	4,36	1,62
STT.78T	1004	7,28	4,85	1,50
STT.78T	1005	7,77	4,94	1,57
STT.78T	1006	7,99	6,25	1,28
STT.78T	1007	7,09	4,71	1,51
STT.78T	1008	7,29	5,86	1,24
STT.78T	1009	7,74	4,39	1,76
STT.78T	1010	7,24	4,54	1,59
STT.78T	1011	7,58	5,44	1,39
STT.78T	1012	6,98	5,22	1,34
STT.78T	1013	7,84	5,51	1,42
STT.78T	1014	6,67	4,95	1,35
STT.78T	1015	6,95	5,35	1,30
STT.78T	1016	8,03	5,04	1,59
STT.78T	1017	7,82	5,31	1,47
STT.78T	1018	7,53	4,92	1,53
STT.78T	1019	5,90	4,29	1,38
STT.78T	1020	7,20	4,77	1,51
STT.78T	1021	6,98	4,82	1,45
STT.78T	1022	6,62	4,29	1,54
STT.78T	1023	6,36	4,92	1,29
STT.78T	1024	7,15	5,25	1,36
STT.78T	1025	7,22	4,16	1,74
STT.78T	1026	7,52	5,48	1,37
STT.78T	1027	7,41	5,40	1,37

**Tabla 2-14.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.78T	1028	6,93	5,26	1,32
STT.78T	1029	7,65	5,15	1,49
STT.78T	1030	8,10	5,72	1,42
STT.78T	1031	7,97	5,01	1,59
STT.78T	1032	7,49	4,49	1,67
STT.78T	1033	7,10	4,89	1,45
STT.78T	1034	6,72	4,46	1,51
STT.78T	1035	7,23	4,97	1,45
STT.78T	1036	6,88	5,18	1,33
STT.78T	1037	7,57	4,95	1,53
STT.78T	1038	6,80	4,76	1,43
STT.78T	1039	7,76	5,45	1,42
STT.78T	1040	7,19	5,47	1,31
STT.78T	1041	7,09	4,66	1,52
STT.78T	1042	7,02	4,81	1,46
STT.78T	1043	7,88	4,97	1,59
STT.78T	1044	7,19	5,28	1,36
STT.78T	1045	6,99	5,11	1,37
STT.78T	1046	7,08	5,05	1,40
STT.78T	1047	7,11	4,90	1,45
STT.78T	1048	7,88	5,43	1,45
STT.78T	1049	7,60	5,41	1,40
STT.78T	1050	7,20	4,98	1,45
STT.78T	1051	7,03	5,55	1,27
STT.78T	1052	7,64	4,94	1,55
STT.78T	1053	6,60	5,02	1,31
STT.78T	1054	6,88	4,48	1,54
STT.78T	1055	7,66	4,71	1,63
STT.78T	1056	7,47	5,39	1,39
STT.78T	1057	7,80	5,26	1,48
STT.78T	1058	7,39	4,69	1,58
STT.78T	1059	7,21	5,15	1,40
STT.78T	1060	6,90	5,53	1,25
STT.78T	1061	7,10	4,62	1,54
STT.78T	1062	7,60	5,05	1,50
STT.78T	1063	6,98	5,10	1,37
STT.78T	1064	7,74	5,42	1,43
STT.78T	1065	7,68	4,58	1,68
STT.78T	1066	6,54	5,56	1,18
STT.78T	1067	7,71	4,56	1,69
STT.78T	1068	7,30	4,61	1,58
STT.78T	1069	7,24	4,83	1,50
STT.78T	1070	7,83	5,06	1,55
STT.78T	1071	6,63	4,59	1,44
STT.78T	1072	6,82	4,75	1,44
STT.78T	1073	7,70	4,84	1,59
STT.78T	1074	7,42	5,08	1,46
STT.78T	1075	7,38	5,17	1,43
STT.78T	1076	8,19	5,38	1,52
STT.78T	1077	7,27	5,69	1,28
STT.78T	1078	6,40	4,72	1,36
STT.78T	1079	6,45	4,19	1,54
STT.78T	1080	7,93	4,90	1,62
STT.78T	1081	7,64	4,54	1,68
STT.78T	1082	6,00	4,73	1,27
STT.78T	1083	7,96	5,70	1,40
STT.78T	1084	7,78	5,31	1,47
STT.78T	1085	7,99	5,10	1,57
STT.78T	1086	7,77	5,44	1,43
STT.78T	1087	6,45	4,84	1,33
STT.78T	1088	7,14	4,88	1,46
STT.78T	1089	6,53	4,56	1,43
STT.78T	1090	7,42	5,61	1,32
STT.78T	1091	7,33	5,56	1,32
STT.78T	1092	7,17	4,79	1,50
STT.84	1093	7,52	4,62	1,63
STT.84	1094	7,58	5,66	1,34
STT.84	1095	7,50	5,42	1,38
STT.84	1096	6,91	5,33	1,30
STT.84	1097	7,47	5,21	1,43
STT.84	1098	8,01	4,75	1,69
STT.84	1099	7,60	5,01	1,52
STT.84	1100	7,82	4,92	1,59
STT.84	1101	7,52	5,40	1,39
STT.84	1102	7,76	5,02	1,55
STT.84	1103	7,18	5,13	1,40
STT.84	1104	7,55	5,17	1,46
STT.84	1105	7,24	5,25	1,38
STT.84	1106	7,15	5,03	1,42

**Tabla 2-15.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.84	1107	7,20	5,05	1,43
STT.84	1108	7,92	5,06	1,57
STT.84	1109	7,90	5,12	1,54
STT.84	1110	8,00	5,77	1,39
STT.84	1111	7,78	5,40	1,44
STT.84	1112	7,30	5,03	1,45
STT.84	1113	7,43	5,12	1,45
STT.84	1114	6,40	4,55	1,41
STT.84	1115	7,29	5,15	1,42
STT.84	1116	7,27	5,03	1,45
STT.84	1117	6,85	4,96	1,38
STT.84	1118	6,80	4,33	1,57
STT.84	1119	7,68	5,02	1,53
STT.84	1120	6,95	5,07	1,37
STT.84	1121	7,76	5,05	1,54
STT.84	1122	6,75	5,55	1,22
STT.84	1123	7,55	4,94	1,53
STT.84	1124	6,76	4,47	1,51
STT.84	1125	7,66	5,01	1,53
STT.84	1126	7,73	6,09	1,27
STT.84	1127	7,16	4,87	1,47
STT.84	1128	7,14	4,79	1,49
STT.84	1129	7,24	5,43	1,33
STT.84	1130	7,31	4,85	1,51
STT.84	1131	7,36	4,30	1,71
STT.84	1132	7,25	3,84	1,89
STT.84	1133	8,22	5,71	1,44
STT.84	1134	8,20	5,27	1,56
STT.84	1135	7,34	5,16	1,42
STT.84	1136	7,56	5,72	1,32
STT.84	1137	7,88	5,53	1,42
STT.84	1138	7,61	5,49	1,39
STT.84	1139	7,19	5,12	1,40
STT.84	1140	7,20	4,30	1,67
STT.84	1141	7,77	5,34	1,46
STT.84	1142	7,11	5,13	1,39
STT.84	1143	6,93	5,27	1,31
STT.84	1144	8,14	5,83	1,40
STT.84	1145	6,91	5,31	1,30
STT.84	1146	7,65	5,16	1,48
STT.84	1147	7,57	5,30	1,43
STT.84	1148	7,43	4,76	1,56
STT.84	1149	7,58	4,02	1,89
STT.84	1150	7,24	4,07	1,78
STT.84	1151	6,61	4,62	1,43
STT.84	1152	7,13	4,88	1,46
STT.84	1153	7,37	5,78	1,28
STT.84	1154	7,50	5,10	1,47
STT.84	1155	7,16	5,17	1,38
STT.84	1156	7,70	5,41	1,42
STT.84	1157	6,76	4,40	1,54
STT.84	1158	8,22	5,29	1,55
STT.84	1159	7,12	5,05	1,41
STT.84	1160	7,24	5,04	1,44
STT.84	1161	6,18	4,43	1,40
STT.84	1162	6,86	4,90	1,40
STT.84	1163	7,25	5,83	1,24
STT.84	1164	6,53	4,86	1,34
STT.84	1165	7,76	4,80	1,62
STT.84	1166	7,59	4,68	1,62
STT.84	1167	6,97	4,62	1,51
STT.84	1168	6,60	4,36	1,51
STT.84	1169	7,08	4,70	1,51
STT.84	1170	7,86	4,93	1,59
STT.84	1171	6,77	4,22	1,60
STT.84	1172	7,10	5,27	1,35
STT.84	1173	6,26	3,97	1,58
STT.84	1174	8,48	5,30	1,60
STT.84	1175	7,50	5,21	1,44
STT.84	1176	6,33	4,55	1,39
STT.84	1177	8,27	5,21	1,59
STT.84	1178	6,81	4,61	1,48
STT.84	1179	7,34	4,99	1,47
STT.84	1180	7,82	5,27	1,48
STT.84	1181	7,87	4,98	1,58
STT.84	1182	7,93	5,03	1,58
STT.84	1183	8,02	5,09	1,58
STT.84	1184	7,69	5,15	1,49
STT.84	1185	7,20	4,21	1,71

**Tabla 2-16.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.84	1186	7,32	4,71	1,55
STT.84	1187	7,66	5,23	1,46
STT.84	1188	7,11	5,15	1,38
STT.84	1189	8,32	4,94	1,68
STT.84	1190	7,25	5,00	1,45
STT.84	1191	8,04	5,36	1,50
STT.84	1192	6,74	4,53	1,49
STT.84	1193	6,86	4,68	1,47
STT.84	1194	6,09	4,28	1,42
STT.84	1195	7,55	5,48	1,38
STT.84	1196	7,55	4,99	1,51
STT.84	1197	7,35	4,94	1,49
STT.84	1198	7,72	6,00	1,29
STT.84	1199	7,87	4,91	1,60
STT.84	1200	7,70	5,33	1,44
STT.86B	1201	6,34	4,57	1,39
STT.86B	1202	6,68	4,91	1,36
STT.86B	1203	7,45	6,06	1,23
STT.86B	1204	7,55	6,05	1,25
STT.86B	1205	7,52	4,87	1,54
STT.86B	1206	8,07	5,56	1,45
STT.86B	1207	7,94	5,19	1,53
STT.86B	1208	7,69	4,89	1,57
STT.86B	1209	7,75	6,19	1,25
STT.86B	1210	8,12	5,79	1,40
STT.86B	1211	7,68	5,21	1,47
STT.86B	1212	7,83	5,70	1,37
STT.86B	1213	6,73	4,85	1,39
STT.86B	1214	7,30	4,28	1,71
STT.86B	1215	7,27	5,53	1,31
STT.86B	1216	6,93	5,12	1,35
STT.86B	1217	8,25	5,56	1,48
STT.86B	1218	7,55	5,35	1,41
STT.86B	1219	6,60	5,70	1,16
STT.86B	1220	6,53	5,02	1,30
STT.86B	1221	7,31	5,23	1,40
STT.86B	1222	7,53	4,86	1,55
STT.86B	1223	7,26	5,53	1,31
STT.86B	1224	7,37	4,94	1,49
STT.86B	1225	6,44	4,69	1,37
STT.86B	1226	6,63	4,39	1,51
STT.86B	1227	7,75	5,46	1,42
STT.86B	1228	6,64	5,07	1,31
STT.86B	1229	7,32	4,96	1,48
STT.86B	1230	8,47	5,25	1,61
STT.86B	1231	7,44	5,34	1,39
STT.86B	1232	7,25	5,09	1,42
STT.86B	1233	7,82	5,57	1,40
STT.86B	1234	6,93	5,52	1,26
STT.86B	1235	7,78	5,16	1,51
STT.86B	1236	7,01	5,30	1,32
STT.86B	1237	7,64	6,21	1,23
STT.86B	1238	6,56	4,56	1,44
STT.86B	1239	6,17	4,88	1,26
STT.86B	1240	7,25	5,56	1,30
STT.86B	1241	6,61	4,29	1,54
STT.86B	1242	7,08	6,03	1,17
STT.86B	1243	7,50	5,30	1,42
STT.86B	1244	8,11	6,28	1,29
STT.86B	1245	7,40	5,50	1,35
STT.86B	1246	6,58	4,46	1,48
STT.86B	1247	7,55	5,07	1,49
STT.86B	1248	7,90	5,57	1,42
STT.86B	1249	7,86	5,30	1,48
STT.86B	1250	7,58	5,14	1,47
STT.86B	1251	7,25	5,37	1,35
STT.86B	1252	7,27	4,96	1,47
STT.86B	1253	7,33	5,31	1,38
STT.86B	1254	5,96	4,64	1,28
STT.86B	1255	7,21	4,80	1,50
STT.86B	1256	7,24	5,57	1,30
STT.86B	1257	6,77	4,76	1,42
STT.86B	1258	7,73	5,07	1,52
STT.86B	1259	6,44	4,38	1,47
STT.86B	1260	7,46	4,14	1,80
STT.86B	1261	6,82	5,47	1,25
STT.86B	1262	6,96	5,38	1,29
STT.86B	1263	7,65	4,93	1,55
STT.86B	1264	6,10	4,56	1,34



**Tabla 2-17.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.86B	1265	6,36	4,90	1,30
STT.86B	1266	8,12	5,66	1,43
STT.86B	1267	7,94	6,45	1,23
STT.86B	1268	6,91	5,00	1,38
STT.86B	1269	7,93	5,60	1,42
STT.86B	1270	7,41	5,34	1,39
STT.86B	1271	7,76	5,53	1,40
STT.86B	1272	7,18	4,56	1,57
STT.86B	1273	7,25	4,81	1,51
STT.86B	1274	7,03	4,69	1,50
STT.86B	1275	7,85	4,93	1,59
STT.86B	1276	7,63	5,39	1,42
STT.86B	1277	6,41	5,19	1,24
STT.86B	1278	7,93	5,64	1,41
STT.86B	1279	6,98	5,25	1,33
STT.86B	1280	6,45	4,98	1,30
STT.86B	1281	7,20	4,68	1,54
STT.86B	1282	6,34	4,35	1,46
STT.86B	1283	7,41	5,23	1,42
STT.86B	1284	7,80	5,51	1,42
STT.86B	1285	7,15	5,13	1,39
STT.86B	1286	7,03	4,96	1,42
STT.86B	1287	7,80	5,73	1,36
STT.86B	1288	6,43	4,99	1,29
STT.86B	1289	7,26	5,56	1,31
STT.86B	1290	7,51	5,17	1,45
STT.86B	1291	6,23	4,34	1,44
STT.86B	1292	7,16	5,20	1,38
STT.86B	1293	7,70	4,83	1,59
STT.86B	1294	7,36	5,46	1,35
STT.86B	1295	7,74	4,80	1,61
STT.86B	1296	7,30	5,43	1,34
STT.86B	1297	7,19	5,05	1,42
STT.86B	1298	7,76	5,52	1,41
STT.86B	1299	7,19	4,59	1,57
STT.86B	1300	7,28	4,89	1,49
STT.86B	1301	7,98	4,90	1,63
STT.86B	1302	7,66	5,23	1,46
STT.86T	1303	7,21	5,35	1,35
STT.86T	1304	8,07	5,41	1,49
STT.86T	1305	8,12	5,26	1,54
STT.86T	1306	7,64	5,39	1,42
STT.86T	1307	8,49	5,53	1,54
STT.86T	1308	7,89	4,99	1,58
STT.86T	1309	6,50	4,49	1,45
STT.86T	1310	8,24	5,38	1,53
STT.86T	1311	7,71	4,88	1,58
STT.86T	1312	7,59	5,25	1,45
STT.86T	1313	6,53	4,81	1,36
STT.86T	1314	7,75	5,44	1,42
STT.86T	1315	7,55	4,68	1,61
STT.86T	1316	7,23	4,86	1,49
STT.86T	1317	7,88	4,83	1,63
STT.86T	1318	7,99	5,21	1,53
STT.86T	1319	7,60	5,59	1,36
STT.86T	1320	7,40	5,02	1,47
STT.86T	1321	8,16	5,77	1,41
STT.86T	1322	7,51	5,53	1,36
STT.86T	1323	7,26	5,42	1,34
STT.86T	1324	7,66	4,97	1,54
STT.86T	1325	7,90	5,31	1,49
STT.86T	1326	7,62	5,26	1,45
STT.86T	1327	7,30	5,41	1,35
STT.86T	1328	7,42	5,30	1,40
STT.86T	1329	7,77	5,03	1,54
STT.86T	1330	6,59	5,48	1,20
STT.86T	1331	8,40	5,92	1,42
STT.86T	1332	7,02	5,08	1,38
STT.86T	1333	6,80	5,56	1,22
STT.86T	1334	7,13	5,47	1,30
STT.86T	1335	7,31	5,40	1,35
STT.86T	1336	7,55	4,86	1,55
STT.86T	1337	7,15	5,25	1,36
STT.86T	1338	7,46	5,35	1,39
STT.86T	1339	8,13	6,46	1,26
STT.86T	1340	7,55	5,25	1,44
STT.86T	1341	7,66	5,27	1,45
STT.86T	1342	7,66	5,06	1,51
STT.86T	1343	7,64	5,38	1,42

**Tabla 2-18.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.86T	1344	6,49	5,10	1,27
STT.86T	1345	7,75	5,54	1,40
STT.86T	1346	7,93	5,44	1,46
STT.86T	1347	7,22	5,02	1,44
STT.86T	1348	7,30	5,43	1,34
STT.86T	1349	6,97	5,10	1,37
STT.86T	1350	7,48	5,28	1,42
STT.86T	1351	7,33	5,49	1,34
STT.86T	1352	7,26	5,71	1,27
STT.86T	1353	7,98	5,75	1,39
STT.86T	1354	7,88	5,98	1,32
STT.86T	1355	8,36	5,32	1,57
STT.86T	1356	8,31	6,47	1,28
STT.86T	1357	8,15	5,84	1,40
STT.86T	1358	7,72	5,15	1,50
STT.86T	1359	7,66	5,57	1,38
STT.86T	1360	6,80	5,24	1,30
STT.86T	1361	6,67	5,08	1,31
STT.86T	1362	8,17	6,33	1,29
STT.86T	1363	7,81	5,48	1,43
STT.86T	1364	6,71	4,60	1,46
STT.86T	1365	7,34	4,41	1,66
STT.86T	1366	8,37	6,59	1,27
STT.86T	1367	8,09	5,73	1,41
STT.86T	1368	7,44	5,11	1,46
STT.86T	1369	8,52	5,97	1,43
STT.86T	1370	8,11	5,69	1,43
STT.86T	1371	7,32	5,21	1,40
STT.86T	1372	7,25	5,12	1,42
STT.86T	1373	7,46	4,77	1,56
STT.86T	1374	8,29	5,40	1,54
STT.86T	1375	7,40	5,45	1,36
STT.86T	1376	8,25	6,12	1,35
STT.86T	1377	6,58	4,68	1,41
STT.86T	1378	7,31	5,55	1,32
STT.86T	1379	7,84	5,17	1,52
STT.86T	1380	7,56	5,89	1,28
STT.86T	1381	8,03	5,72	1,40
STT.86T	1382	8,42	5,92	1,42
STT.86T	1383	7,66	5,02	1,53
STT.86T	1384	8,10	5,62	1,44
STT.86T	1385	7,51	5,25	1,43
STT.86T	1386	7,20	5,44	1,32
STT.86T	1387	8,28	5,93	1,40
STT.86T	1388	7,56	5,86	1,29
STT.86T	1389	7,88	5,27	1,50
STT.86T	1390	6,47	4,72	1,37
STT.86T	1391	7,01	5,30	1,32
STT.86T	1392	7,76	5,30	1,46
STT.86T	1393	7,56	5,21	1,45
STT.86T	1394	6,91	5,15	1,34
STT.86T	1395	6,77	4,91	1,38
STT.86T	1396	8,65	4,97	1,74
STT.86T	1397	7,30	5,12	1,43
STT.86T	1398	7,66	5,11	1,50
STT.86T	1399	7,87	5,38	1,46
STT.86T	1400	7,59	5,61	1,35
STT.92T	1401	6,99	5,01	1,40
STT.92T	1402	7,49	4,92	1,52
STT.92T	1403	7,17	5,30	1,35
STT.92T	1404	8,06	5,62	1,43
STT.92T	1405	7,83	5,33	1,47
STT.92T	1406	7,23	5,07	1,43
STT.92T	1407	6,61	5,37	1,23
STT.92T	1408	7,96	5,28	1,51
STT.92T	1409	7,63	4,94	1,54
STT.92T	1410	8,32	5,25	1,58
STT.92T	1411	7,53	5,51	1,37
STT.92T	1412	8,18	5,30	1,54
STT.92T	1413	7,36	5,21	1,41
STT.92T	1414	7,91	5,39	1,47
STT.92T	1415	7,46	4,81	1,55
STT.92T	1416	7,13	4,99	1,43
STT.92T	1417	7,72	5,80	1,33
STT.92T	1418	7,65	5,62	1,36
STT.92T	1419	7,43	4,95	1,50
STT.92T	1420	7,68	4,86	1,58
STT.92T	1421	7,24	5,31	1,36
STT.92T	1422	7,34	5,08	1,44

**Tabla 2-19.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.92T	1423	8,77	6,07	1,44
STT.92T	1424	6,83	4,93	1,39
STT.92T	1425	7,55	5,12	1,47
STT.92T	1426	8,12	5,35	1,52
STT.92T	1427	7,56	5,47	1,38
STT.92T	1428	7,77	5,84	1,33
STT.92T	1429	7,51	5,39	1,39
STT.92T	1430	7,81	5,19	1,50
STT.92T	1431	7,57	5,32	1,42
STT.92T	1432	7,21	5,52	1,31
STT.92T	1433	6,29	5,27	1,19
STT.92T	1434	6,90	5,09	1,36
STT.92T	1435	7,37	4,92	1,50
STT.92T	1436	6,62	4,59	1,44
STT.92T	1437	6,94	5,89	1,18
STT.92T	1438	6,85	5,00	1,37
STT.92T	1439	7,22	5,23	1,38
STT.92T	1440	7,85	5,47	1,44
STT.92T	1441	7,52	5,31	1,42
STT.92T	1442	7,36	4,71	1,56
STT.92T	1443	7,64	5,43	1,41
STT.92T	1444	8,05	5,51	1,46
STT.92T	1445	7,84	5,69	1,38
STT.92T	1446	7,38	5,28	1,40
STT.92T	1447	7,26	4,93	1,47
STT.92T	1448	7,73	4,86	1,59
STT.92T	1449	6,12	4,64	1,32
STT.92T	1450	7,41	5,22	1,42
STT.92T	1451	8,13	5,59	1,45
STT.92T	1452	7,74	5,69	1,36
STT.92T	1453	7,47	6,02	1,24
STT.92T	1454	7,81	5,12	1,53
STT.92T	1455	7,86	5,25	1,50
STT.92T	1456	7,45	5,94	1,25
STT.92T	1457	7,97	5,40	1,48
STT.92T	1458	7,20	4,98	1,45
STT.92T	1459	7,16	5,28	1,36
STT.92T	1460	7,10	5,19	1,37
STT.92T	1461	6,52	5,25	1,24
STT.92T	1462	8,14	5,81	1,40
STT.92T	1463	6,92	5,07	1,36
STT.92T	1464	7,01	4,68	1,50
STT.92T	1465	7,33	5,59	1,31
STT.92T	1466	7,75	5,59	1,39
STT.92T	1467	7,99	5,52	1,45
STT.92T	1468	7,93	5,50	1,44
STT.92T	1469	7,15	5,46	1,31
STT.92T	1470	7,20	5,22	1,38
STT.92T	1471	7,78	5,60	1,39
STT.92T	1472	7,81	5,49	1,42
STT.92T	1473	7,78	5,35	1,45
STT.92T	1474	7,52	5,60	1,34
STT.92T	1475	6,63	4,80	1,38
STT.92T	1476	6,93	5,40	1,28
STT.92T	1477	7,25	5,73	1,27
STT.92T	1478	7,47	5,61	1,33
STT.92T	1479	7,48	4,94	1,51
STT.92T	1480	7,98	5,60	1,43
STT.92T	1481	7,29	4,81	1,52
STT.92T	1482	6,65	5,30	1,25
STT.92T	1483	7,26	5,45	1,33
STT.92T	1484	7,59	5,00	1,52
STT.92T	1485	7,49	4,83	1,55
STT.92T	1486	7,98	6,04	1,32
STT.92T	1487	6,56	5,03	1,30
STT.92T	1488	7,40	6,08	1,22
STT.92T	1489	6,72	5,56	1,21
STT.92T	1490	6,67	4,90	1,36
STT.92T	1491	8,26	6,18	1,34
STT.92T	1492	7,34	4,68	1,57
STT.92T	1493	7,30	5,38	1,36
STT.92T	1494	7,24	5,16	1,40
STT.92T	1495	6,98	4,97	1,40
STT.92T	1496	6,85	4,77	1,44
STT.92T	1497	6,71	5,10	1,32
STT.92T	1498	7,81	5,08	1,54
STT.92T	1499	7,32	5,58	1,31
STT.92T	1500	7,94	5,52	1,44
STT.96T	1501	7,88	4,57	1,72

**Tabla 2-20.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.96T	1502	8,58	5,35	1,60
STT.96T	1503	7,22	5,30	1,36
STT.96T	1504	7,95	5,29	1,50
STT.96T	1505	7,34	4,59	1,60
STT.96T	1506	7,17	4,79	1,50
STT.96T	1507	7,34	5,34	1,37
STT.96T	1508	8,12	5,20	1,56
STT.96T	1509	7,34	4,83	1,52
STT.96T	1510	7,43	4,86	1,53
STT.96T	1511	8,00	5,30	1,51
STT.96T	1512	8,05	4,98	1,62
STT.96T	1513	7,58	4,67	1,62
STT.96T	1514	7,56	5,26	1,44
STT.96T	1515	6,88	4,70	1,46
STT.96T	1516	7,03	5,10	1,38
STT.96T	1517	7,33	5,08	1,44
STT.96T	1518	7,84	5,10	1,54
STT.96T	1519	8,00	5,33	1,50
STT.96T	1520	6,67	5,12	1,30
STT.96T	1521	7,46	4,67	1,60
STT.96T	1522	7,32	5,47	1,34
STT.96T	1523	7,42	5,20	1,43
STT.96T	1524	7,12	4,76	1,50
STT.96T	1525	7,41	5,25	1,41
STT.96T	1526	7,00	5,18	1,35
STT.96T	1527	7,02	4,34	1,62
STT.96T	1528	6,99	4,94	1,41
STT.96T	1529	7,07	5,00	1,41
STT.96T	1530	8,20	5,30	1,55
STT.96T	1531	7,36	5,17	1,42
STT.96T	1532	7,86	5,45	1,44
STT.96T	1533	6,85	4,71	1,45
STT.96T	1534	8,33	5,96	1,40
STT.96T	1535	7,55	5,27	1,43
STT.96T	1536	7,24	4,90	1,48
STT.96T	1537	7,61	5,82	1,31
STT.96T	1538	8,23	6,03	1,36
STT.96T	1539	7,48	4,96	1,51
STT.96T	1540	7,18	4,58	1,57
STT.96T	1541	6,95	5,08	1,37
STT.96T	1542	6,82	4,98	1,37
STT.96T	1543	7,20	4,88	1,48
STT.96T	1544	7,87	5,20	1,51
STT.96T	1545	7,25	5,49	1,32
STT.96T	1546	7,11	4,82	1,48
STT.96T	1547	6,99	5,37	1,30
STT.96T	1548	7,87	6,14	1,28
STT.96T	1549	6,95	4,71	1,48
STT.96T	1550	7,18	5,07	1,42
STT.96T	1551	7,52	4,36	1,72
STT.96T	1552	7,65	4,95	1,55
STT.96T	1553	6,60	4,59	1,44
STT.96T	1554	6,85	5,34	1,28
STT.96T	1555	7,13	4,62	1,54
STT.96T	1556	6,78	4,23	1,60
STT.96T	1557	7,17	5,35	1,34
STT.96T	1558	6,85	4,61	1,49
STT.96T	1559	8,47	5,72	1,48
STT.96T	1560	8,17	5,15	1,59
STT.96T	1561	6,79	4,46	1,52
STT.96T	1562	7,32	5,12	1,43
STT.96T	1563	7,41	4,98	1,49
STT.96T	1564	6,86	4,32	1,59
STT.96T	1565	7,25	4,81	1,51
STT.96T	1566	8,05	5,48	1,47
STT.96T	1567	6,89	4,80	1,44
STT.96T	1568	7,47	5,31	1,41
STT.96T	1569	7,30	4,75	1,54
STT.96T	1570	6,65	4,55	1,46
STT.96T	1571	7,42	4,87	1,52
STT.96T	1572	7,60	5,00	1,52
STT.96T	1573	8,22	4,90	1,68
STT.96T	1574	6,67	4,22	1,58
STT.96T	1575	7,45	4,38	1,70
STT.96T	1576	7,94	5,20	1,53
STT.96T	1577	6,85	4,98	1,38
STT.96T	1578	7,47	4,68	1,60
STT.96T	1579	6,80	4,97	1,37
STT.96T	1580	6,39	4,87	1,31

**Tabla 2-21.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.96T	1581	6,59	4,53	1,45
STT.96T	1582	6,78	4,25	1,60
STT.96T	1583	7,47	5,46	1,37
STT.96T	1584	7,16	5,28	1,36
STT.96T	1585	7,34	4,58	1,60
STT.96T	1586	6,87	4,68	1,47
STT.96T	1587	7,53	4,96	1,52
STT.96T	1588	7,98	5,20	1,53
STT.96T	1589	6,21	4,79	1,30
STT.96T	1590	8,51	5,46	1,56
STT.96T	1591	6,87	4,30	1,60
STT.96T	1592	7,25	4,47	1,62
STT.96T	1593	8,06	5,32	1,52
STT.96T	1594	7,21	5,16	1,40
STT.96T	1595	7,33	4,90	1,50
STT.96T	1596	7,13	5,39	1,32
STT.96T	1597	7,37	4,81	1,53
STT.96T	1598	6,40	4,83	1,33
STT.96T	1599	6,60	4,40	1,50
STT.96T	1600	7,39	5,15	1,43
STT.104	1601	7,29	5,81	1,25
STT.104	1602	7,66	5,59	1,37
STT.104	1603	7,72	5,34	1,45
STT.104	1604	7,63	4,86	1,57
STT.104	1605	7,47	4,75	1,57
STT.104	1606	6,45	4,24	1,52
STT.104	1607	6,41	4,28	1,50
STT.104	1608	6,54	5,43	1,20
STT.104	1609	8,21	5,54	1,48
STT.104	1610	7,86	5,70	1,38
STT.104	1611	7,71	5,00	1,54
STT.104	1612	8,09	4,92	1,64
STT.104	1613	7,15	5,07	1,41
STT.104	1614	7,26	5,25	1,38
STT.104	1615	8,13	5,76	1,41
STT.104	1616	7,25	6,22	1,17
STT.104	1617	7,67	5,38	1,43
STT.104	1618	6,77	4,34	1,56
STT.104	1619	7,38	4,78	1,54
STT.104	1620	8,26	5,39	1,53
STT.104	1621	7,75	5,80	1,34
STT.104	1622	8,08	6,46	1,25
STT.104	1623	6,79	4,40	1,54
STT.104	1624	8,03	5,53	1,45
STT.104	1625	8,39	6,76	1,24
STT.104	1626	8,33	5,51	1,51
STT.104	1627	7,56	5,30	1,43
STT.104	1628	8,21	6,22	1,32
STT.104	1629	7,99	5,52	1,45
STT.104	1630	7,30	5,08	1,44
STT.104	1631	8,15	6,02	1,35
STT.104	1632	6,90	5,22	1,32
STT.104	1633	7,56	6,13	1,23
STT.104	1634	7,22	5,82	1,24
STT.104	1635	8,28	5,67	1,46
STT.104	1636	8,07	5,86	1,38
STT.104	1637	7,29	5,30	1,38
STT.104	1638	7,80	5,77	1,35
STT.104	1639	7,80	5,90	1,32
STT.104	1640	7,65	5,83	1,31
STT.104	1641	8,31	5,49	1,51
STT.104	1642	7,90	5,98	1,32
STT.104	1643	8,68	6,17	1,41
STT.104	1644	7,93	5,70	1,39
STT.104	1645	7,66	5,32	1,44
STT.104	1646	8,21	5,85	1,40
STT.104	1647	8,54	6,22	1,37
STT.104	1648	7,30	5,17	1,41
STT.104	1649	7,63	5,56	1,37
STT.104	1650	8,70	6,21	1,40
STT.104	1651	8,98	6,51	1,38
STT.104	1652	7,93	5,42	1,46
STT.104	1653	7,73	6,13	1,26
STT.104	1654	7,68	4,94	1,55
STT.104	1655	7,56	5,43	1,39
STT.104	1656	7,43	5,57	1,33
STT.104	1657	7,06	4,78	1,48
STT.104	1658	7,19	5,47	1,31
STT.104	1659	7,50	5,74	1,31

**Tabla 2-22.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.104	1660	7,25	5,43	1,34
STT.104	1661	7,97	5,83	1,37
STT.104	1662	8,07	5,62	1,44
STT.104	1663	8,25	5,68	1,45
STT.104	1664	7,54	5,35	1,41
STT.104	1665	8,25	5,86	1,41
STT.104	1666	7,41	5,11	1,45
STT.104	1667	8,38	6,22	1,35
STT.104	1668	7,84	5,44	1,44
STT.104	1669	7,93	5,53	1,43
STT.104	1670	8,62	6,46	1,33
STT.104	1671	7,55	5,07	1,49
STT.104	1672	8,09	6,09	1,33
STT.104	1673	7,06	5,40	1,31
STT.104	1674	8,25	5,70	1,45
STT.104	1675	8,50	6,06	1,40
STT.104	1676	8,23	5,97	1,38
STT.104	1677	7,35	4,86	1,51
STT.104	1678	6,78	4,65	1,46
STT.104	1679	8,05	6,28	1,28
STT.104	1680	7,35	4,54	1,62
STT.104	1681	8,67	5,84	1,48
STT.104	1682	8,25	5,64	1,46
STT.104	1683	7,80	5,31	1,47
STT.104	1684	8,02	5,34	1,50
STT.104	1685	8,01	5,47	1,46
STT.104	1686	7,66	5,31	1,44
STT.104	1687	8,42	6,34	1,33
STT.104	1688	6,24	4,68	1,33
STT.104	1689	8,05	5,88	1,37
STT.104	1690	7,28	5,59	1,30
STT.104	1691	8,18	6,61	1,24
STT.104	1692	8,64	5,98	1,44
STT.104	1693	7,24	5,03	1,44
STT.104	1694	8,65	5,43	1,59
STT.104	1695	7,68	5,45	1,41
STT.104	1696	7,56	5,05	1,50
STT.104	1697	8,92	5,66	1,58
STT.104	1698	8,02	6,66	1,20
STT.104	1699	7,48	5,72	1,31
STT.104	1700	8,45	6,48	1,30
STT.112T	1701	7,89	5,46	1,45
STT.112T	1702	7,15	5,02	1,42
STT.112T	1703	7,13	5,43	1,31
STT.112T	1704	7,25	4,87	1,49
STT.112T	1705	7,60	5,87	1,29
STT.112T	1706	8,07	5,57	1,45
STT.112T	1707	7,10	5,04	1,41
STT.112T	1708	7,20	5,66	1,27
STT.112T	1709	7,92	5,94	1,33
STT.112T	1710	8,04	5,81	1,38
STT.112T	1711	7,88	5,22	1,51
STT.112T	1712	6,70	4,69	1,43
STT.112T	1713	7,79	5,46	1,43
STT.112T	1714	6,91	4,58	1,51
STT.112T	1715	7,80	5,50	1,42
STT.112T	1716	8,39	5,16	1,63
STT.112T	1717	7,35	4,95	1,48
STT.112T	1718	8,16	5,88	1,39
STT.112T	1719	7,27	6,02	1,21
STT.112T	1720	6,64	4,63	1,43
STT.112T	1721	7,37	5,62	1,31
STT.112T	1722	7,14	4,63	1,54
STT.112T	1723	6,64	5,27	1,26
STT.112T	1724	8,20	5,35	1,53
STT.112T	1725	7,29	5,45	1,34
STT.112T	1726	7,79	4,98	1,56
STT.112T	1727	7,39	5,12	1,44
STT.112T	1728	6,62	4,66	1,42
STT.112T	1729	8,12	5,52	1,47
STT.112T	1730	6,95	4,95	1,40
STT.112T	1731	7,79	4,78	1,63
STT.112T	1732	7,55	5,22	1,45
STT.112T	1733	7,47	5,08	1,47
STT.112T	1734	8,17	5,40	1,51
STT.112T	1735	7,44	4,98	1,49
STT.112T	1736	7,07	4,69	1,51
STT.112T	1737	7,40	4,98	1,49
STT.112T	1738	7,97	5,00	1,59

**Tabla 2-23.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.112T	1739	8,17	6,02	1,36
STT.112T	1740	8,22	5,48	1,50
STT.112T	1741	8,00	5,71	1,40
STT.112T	1742	7,59	5,38	1,41
STT.112T	1743	6,77	4,87	1,39
STT.112T	1744	7,77	4,70	1,65
STT.112T	1745	7,63	4,81	1,59
STT.112T	1746	6,79	4,72	1,44
STT.112T	1747	7,65	5,72	1,34
STT.112T	1748	7,61	4,75	1,60
STT.112T	1749	7,76	6,01	1,29
STT.112T	1750	8,06	5,56	1,45
STT.112T	1751	7,00	5,12	1,37
STT.112T	1752	7,92	5,01	1,58
STT.112T	1753	7,87	5,40	1,46
STT.112T	1754	8,25	5,62	1,47
STT.112T	1755	8,40	5,78	1,45
STT.112T	1756	7,54	5,66	1,33
STT.112T	1757	7,16	5,38	1,33
STT.112T	1758	7,55	5,91	1,28
STT.112T	1759	6,59	5,06	1,30
STT.112T	1760	6,92	4,74	1,46
STT.112T	1761	8,59	6,12	1,40
STT.112T	1762	7,43	4,50	1,65
STT.112T	1763	7,22	5,74	1,26
STT.112T	1764	7,57	5,29	1,43
STT.112T	1765	7,04	5,35	1,32
STT.112T	1766	6,73	4,59	1,47
STT.112T	1767	7,88	5,36	1,47
STT.112T	1768	7,75	5,34	1,45
STT.112T	1769	7,40	4,78	1,55
STT.112T	1770	7,75	5,05	1,53
STT.112T	1771	8,09	5,51	1,47
STT.112T	1772	8,27	5,40	1,53
STT.112T	1773	7,22	5,65	1,28
STT.112T	1774	8,35	5,19	1,61
STT.112T	1775	7,41	5,30	1,40
STT.112T	1776	7,67	5,12	1,50
STT.112T	1777	8,52	5,79	1,47
STT.112T	1778	7,74	5,36	1,44
STT.112T	1779	7,49	4,80	1,56
STT.112T	1780	8,78	5,89	1,49
STT.112T	1781	8,75	6,08	1,44
STT.112T	1782	6,93	4,51	1,54
STT.112T	1783	7,25	4,53	1,60
STT.112T	1784	7,03	5,85	1,20
STT.112T	1785	7,74	5,90	1,31
STT.112T	1786	8,45	5,59	1,51
STT.112T	1787	8,44	6,36	1,33
STT.112T	1788	7,36	4,94	1,49
STT.112T	1789	7,57	5,29	1,43
STT.112T	1790	8,19	4,90	1,67
STT.112T	1791	7,50	5,60	1,34
STT.112T	1792	8,36	4,97	1,68
STT.112T	1793	7,33	5,50	1,33
STT.112T	1794	8,03	5,80	1,38
STT.112T	1795	8,05	5,47	1,47
STT.112T	1796	7,58	5,63	1,35
STT.112T	1797	8,03	5,69	1,41
STT.112T	1798	7,99	5,06	1,58
STT.112T	1799	7,90	5,47	1,44
STT.112T	1800	7,94	5,69	1,40
STT.118B	1801	8,22	5,24	1,57
STT.118B	1802	6,55	3,79	1,73
STT.118B	1803	5,52	3,74	1,48
STT.118B	1804	8,57	5,34	1,60
STT.118B	1805	8,24	5,20	1,58
STT.118B	1806	7,61	5,28	1,44
STT.118B	1807	8,25	4,92	1,68
STT.118B	1808	8,90	5,30	1,68
STT.118B	1809	8,42	4,96	1,70
STT.118B	1810	8,82	5,24	1,68
STT.118B	1811	7,32	4,47	1,64
STT.118B	1812	7,50	4,70	1,60
STT.118B	1813	7,98	5,25	1,52
STT.118B	1814	7,26	4,65	1,56
STT.118B	1815	7,92	5,46	1,45
STT.118B	1816	7,01	5,40	1,30
STT.118B	1817	7,98	4,77	1,67

**Tabla 2-24.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.118B	1818	8,19	4,70	1,74
STT.118B	1819	8,91	5,69	1,57
STT.118B	1820	6,21	4,07	1,53
STT.118B	1821	7,82	4,31	1,81
STT.118B	1822	8,61	5,25	1,64
STT.118B	1823	7,07	4,18	1,69
STT.118B	1824	8,45	4,96	1,70
STT.118B	1825	6,60	4,07	1,62
STT.118B	1826	8,57	5,38	1,59
STT.118B	1827	8,29	5,26	1,58
STT.118B	1828	9,59	5,88	1,63
STT.118B	1829	8,75	5,70	1,54
STT.118B	1830	7,87	4,79	1,64
STT.118B	1831	7,79	4,82	1,62
STT.118B	1832	6,16	3,91	1,58
STT.118B	1833	7,56	5,2	1,45
STT.118B	1834	8,28	4,44	1,86
STT.118B	1835	8,49	5,63	1,51
STT.118B	1836	9,91	5,20	1,91
STT.118B	1837	8,40	5,69	1,48
STT.118B	1838	6,50	4,00	1,63
STT.118B	1839	6,39	4,71	1,36
STT.118B	1840	8,41	5,54	1,52
STT.118B	1841	8,46	5,42	1,56
STT.118B	1842	8,66	5,28	1,64
STT.118B	1843	8,45	5,30	1,59
STT.118B	1844	8,30	5,20	1,60
STT.118B	1845	7,47	4,69	1,59
STT.118B	1846	8,09	5,31	1,52
STT.118B	1847	7,65	4,71	1,62
STT.118B	1848	9,08	4,73	1,92
STT.118B	1849	7,61	4,42	1,72
STT.118B	1850	7,84	5,42	1,45
STT.118B	1851	7,15	4,50	1,59
STT.118B	1852	8,25	4,67	1,77
STT.118B	1853	8,83	5,30	1,67
STT.118B	1854	10,36	5,52	1,88
STT.118B	1855	10,56	5,63	1,88
STT.118B	1856	7,55	5,05	1,50
STT.118B	1857	8,83	5,52	1,60
STT.118B	1858	7,17	4,68	1,53
STT.118B	1859	8,39	5,59	1,50
STT.118B	1860	8,33	5,55	1,50
STT.118B	1861	9,81	5,70	1,72
STT.118B	1862	7,24	4,93	1,47
STT.118B	1863	7,67	5,03	1,52
STT.118B	1864	9,60	5,24	1,83
STT.118B	1865	7,24	5,36	1,35
STT.118B	1866	8,23	4,98	1,65
STT.118B	1867	7,93	4,45	1,78
STT.118B	1868	7,54	4,33	1,74
STT.118B	1869	7,96	5,40	1,47
STT.118B	1870	8,05	5,44	1,48
STT.118B	1871	7,04	5,03	1,40
STT.118B	1872	7,56	5,33	1,42
STT.118B	1873	9,65	4,95	1,95
STT.118B	1874	9,23	5,53	1,67
STT.118B	1875	7,94	4,90	1,62
STT.118B	1876	7,55	4,52	1,67
STT.118B	1877	8,03	4,56	1,76
STT.118B	1878	8,46	4,96	1,71
STT.118B	1879	7,43	5,05	1,47
STT.118B	1880	6,28	4,13	1,52
STT.118B	1881	8,38	5,05	1,66
STT.118B	1882	10,18	5,87	1,73
STT.118B	1883	7,50	5,77	1,30
STT.118B	1884	7,85	5,03	1,56
STT.118B	1885	7,41	5,10	1,45
STT.118B	1886	5,99	4,27	1,40
STT.118B	1887	8,41	5,24	1,60
STT.118B	1888	8,62	5,46	1,58
STT.118B	1889	8,08	4,55	1,78
STT.118B	1890	8,04	5,13	1,57
STT.118B	1891	5,97	3,77	1,58
STT.118B	1892	7,03	5,46	1,29
STT.118B	1893	7,98	4,74	1,68
STT.118B	1894	8,32	5,65	1,47
STT.118B	1895	8,05	4,92	1,64
STT.118B	1896	6,39	4,54	1,41



**Tabla 2-25.- *Crepidolithus crassus***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.118B	1897	7,41	4,52	1,64
STT.118B	1898	7,81	4,51	1,73
STT.118B	1899	5,89	4,16	1,42
STT.118B	1900	7,09	4,81	1,47

**Tabla 3-1.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.71C	1	8,15	6,09	1,34
STT.71C	2	9,20	5,92	1,55
STT.71C	3	8,29	5,55	1,49
STT.71C	4	8,67	6,74	1,29
STT.71C	5	8,51	5,80	1,47
STT.71C	6	7,99	5,09	1,57
STT.71C	7	8,74	5,34	1,64
STT.71C	8	8,08	5,06	1,60
STT.71C	9	8,47	6,59	1,29
STT.71C	10	7,49	5,33	1,41
STT.71C	11	8,35	6,84	1,22
STT.71C	12	7,43	5,82	1,28
STT.71C	13	8,88	5,85	1,52
STT.71C	14	7,84	5,16	1,52
STT.71C	15	8,84	6,07	1,46
STT.71C	16	8,17	6,43	1,27
STT.71C	17	8,77	5,78	1,52
STT.71C	18	8,85	6,79	1,30
STT.71C	19	8,92	6,11	1,46
STT.71C	20	7,99	5,16	1,55
STT.71C	21	9,15	6,47	1,41
STT.71C	22	7,90	5,67	1,39
STT.71C	23	8,17	6,01	1,36
STT.71C	24	8,02	5,18	1,55
STT.71C	25	9,52	6,34	1,50
STT.71C	26	10,00	6,76	1,48
STT.71C	27	8,59	5,71	1,50
STT.71C	28	8,20	5,70	1,44
STT.71C	29	9,56	6,30	1,52
STT.71C	30	8,34	6,21	1,34
STT.71C	31	8,83	6,33	1,39
STT.71C	32	8,64	6,21	1,39
STT.71C	33	8,85	6,48	1,37
STT.71C	34	8,68	6,17	1,41
STT.71C	35	9,21	6,04	1,52
STT.71C	36	9,01	6,20	1,45
STT.71C	37	7,75	5,97	1,30
STT.71C	38	8,44	6,62	1,27
STT.71C	39	8,45	6,24	1,35
STT.71C	40	8,40	6,35	1,32
STT.71C	41	7,40	6,46	1,15
STT.71C	42	9,34	6,55	1,43
STT.71C	43	8,48	5,58	1,52
STT.71C	44	9,06	6,30	1,44
STT.71C	45	9,03	6,36	1,42
STT.71C	46	9,04	5,94	1,52
STT.71C	47	9,29	6,66	1,39
STT.71C	48	8,92	6,63	1,35
STT.71C	49	8,97	6,56	1,37
STT.71C	50	8,75	6,33	1,38
STT.71C	51	8,33	6,08	1,37
STT.71C	52	8,85	6,53	1,36
STT.71C	53	8,19	5,55	1,48
STT.71C	54	8,10	5,62	1,44
STT.71C	55	9,31	6,22	1,50
STT.71C	56	8,22	6,22	1,32
STT.71C	57	8,32	6,37	1,31
STT.71C	58	10,17	6,10	1,67
STT.71C	59	10,26	6,80	1,51
STT.71C	60	8,41	5,62	1,50
STT.71C	61	8,46	5,63	1,50
STT.71C	62	8,20	5,85	1,40
STT.71C	63	9,01	6,24	1,44
STT.71C	64	9,21	7,00	1,32
STT.71C	65	8,38	5,82	1,44
STT.71C	66	7,62	5,30	1,44
STT.71C	67	8,35	5,59	1,49
STT.71C	68	8,62	5,66	1,52
STT.71C	69	8,32	5,21	1,60
STT.71C	70	9,22	5,71	1,61
STT.71C	71	7,97	5,70	1,40
STT.71C	72	7,85	6,30	1,25
STT.71C	73	8,90	6,40	1,39
STT.71C	74	7,99	5,90	1,35
STT.71C	75	8,74	6,65	1,31
STT.71C	76	8,74	5,99	1,46
STT.71C	77	9,07	6,00	1,51
STT.71C	78	8,40	6,13	1,37
STT.71C	79	8,53	5,80	1,47
STT.71C	80	9,38	6,78	1,38
STT.71C	81	7,98	6,28	1,27

Grupos Groups	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width
3,2	0	0
3,6	0	0
4,0	0	0
4,4	0	1
4,8	0	8
5,2	0	67
5,6	0	150
6,0	0	308
6,4	0	284
6,8	0	212
7,2	0	111
7,6	10	48
8,0	45	11
8,4	171	0
8,8	251	0
9,2	252	0
9,6	189	0
10,0	127	0
10,4	78	0
10,8	52	0
11,2	14	0
11,6	9	0
12,0	0	0
12,4	1	0
12,8	1	0
13,2	0	0

Longitud (Length)		
Máx (Max)	Mín (Min)	Med (Mean)
12,51	7,25	9,09

Anchura (Width)		
Máx (Max)	Mín (Min)	Med (Mean)
7,93	4,25	6,13

**Tabla 3-2.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.71C	82	8,86	6,05	1,46
STT.71C	83	9,00	6,79	1,33
STT.71C	84	8,29	5,27	1,57
STT.71C	85	8,96	6,28	1,43
STT.71C	86	9,50	6,98	1,36
STT.71C	87	9,92	6,98	1,42
STT.71C	88	8,56	6,24	1,37
STT.71C	89	9,30	6,82	1,36
STT.71C	90	7,87	5,98	1,32
STT.71C	91	8,78	6,35	1,38
STT.71C	92	7,91	5,69	1,39
STT.71C	93	8,56	6,29	1,36
STT.71C	94	7,89	5,78	1,37
STT.71C	95	7,81	6,18	1,26
STT.71C	96	8,36	6,37	1,31
STT.71C	97	9,25	6,90	1,34
STT.71C	98	8,75	6,18	1,42
STT.71C	99	7,95	5,81	1,37
STT.71C	100	7,90	5,44	1,45
STT.78B	101	9,20	6,50	1,42
STT.78B	102	8,22	5,78	1,42
STT.78B	103	9,36	6,43	1,46
STT.78B	104	8,57	5,72	1,50
STT.78B	105	8,60	6,83	1,26
STT.78B	106	8,11	5,36	1,51
STT.78B	107	8,17	5,31	1,54
STT.78B	108	8,14	5,83	1,40
STT.78B	109	8,04	6,28	1,28
STT.78B	110	8,89	6,27	1,42
STT.78B	111	8,69	5,61	1,55
STT.78B	112	8,26	5,46	1,51
STT.78B	113	8,42	5,07	1,66
STT.78B	114	8,41	5,83	1,44
STT.78B	115	9,03	6,27	1,44
STT.78B	116	8,76	6,03	1,45
STT.78B	117	8,34	5,80	1,44
STT.78B	118	8,27	5,78	1,43
STT.78B	119	8,57	5,34	1,60
STT.78B	120	8,58	5,68	1,51
STT.78B	121	8,35	5,31	1,57
STT.78B	122	8,56	5,67	1,51
STT.78B	123	8,56	6,46	1,33
STT.78B	124	9,02	5,76	1,57
STT.78B	125	8,56	5,54	1,55
STT.78B	126	9,03	6,06	1,49
STT.78B	127	8,67	5,76	1,51
STT.78B	128	8,86	6,45	1,37
STT.78B	129	8,36	5,52	1,51
STT.78B	130	8,86	6,07	1,46
STT.78B	131	8,46	5,67	1,49
STT.78B	132	9,16	6,25	1,47
STT.78B	133	8,48	5,72	1,48
STT.78B	134	7,98	5,27	1,51
STT.78B	135	9,07	6,03	1,50
STT.78B	136	8,36	5,28	1,58
STT.78B	137	9,35	6,03	1,55
STT.78B	138	9,01	5,78	1,56
STT.78B	139	8,39	5,57	1,51
STT.78B	140	9,12	5,81	1,57
STT.78B	141	8,75	6,02	1,45
STT.78B	142	8,37	5,62	1,49
STT.78B	143	9,04	6,49	1,39
STT.78B	144	8,47	5,90	1,44
STT.78B	145	8,75	5,42	1,61
STT.78B	146	8,29	5,61	1,48
STT.78B	147	8,58	5,93	1,45
STT.78B	148	8,56	5,85	1,46
STT.78B	149	9,05	6,67	1,36
STT.78B	150	8,47	5,71	1,48
STT.78B	151	8,86	5,59	1,58
STT.78B	152	8,92	5,98	1,49
STT.78B	153	7,92	5,96	1,33
STT.78B	154	8,63	6,41	1,35
STT.78B	155	8,35	5,67	1,47
STT.78B	156	8,27	5,61	1,47
STT.78B	157	9,38	6,16	1,52
STT.78B	158	9,02	5,94	1,52
STT.78B	159	8,28	5,72	1,45
STT.78B	160	8,26	5,37	1,54
STT.78B	161	9,05	6,46	1,40
STT.78B	162	8,21	5,57	1,47

**Tabla 3-3.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.78B	163	7,93	5,08	1,56
STT.78B	164	8,68	5,69	1,53
STT.78B	165	9,15	5,89	1,55
STT.78B	166	8,59	6,01	1,43
STT.78B	167	8,49	5,47	1,55
STT.78B	168	8,72	5,86	1,49
STT.78B	169	8,31	5,87	1,42
STT.78B	170	8,87	6,04	1,47
STT.78B	171	8,67	6,01	1,44
STT.78B	172	8,91	6,27	1,42
STT.78B	173	9,17	6,58	1,39
STT.78B	174	8,17	5,25	1,56
STT.78B	175	8,36	5,68	1,47
STT.78B	176	8,63	5,82	1,48
STT.78B	177	8,92	6,32	1,41
STT.78B	178	8,67	5,83	1,49
STT.78B	179	8,72	5,98	1,46
STT.78B	180	8,27	6,02	1,37
STT.78B	181	8,73	5,87	1,49
STT.78B	182	8,74	5,33	1,64
STT.78B	183	8,46	5,92	1,43
STT.78B	184	8,04	6,28	1,28
STT.78B	185	8,57	5,84	1,47
STT.78B	186	7,58	5,15	1,47
STT.78B	187	8,62	6,17	1,40
STT.78B	188	8,83	5,71	1,55
STT.78B	189	8,92	6,03	1,48
STT.78B	190	8,43	5,82	1,45
STT.78B	191	8,90	5,57	1,60
STT.78B	192	8,62	6,46	1,33
STT.78B	193	8,16	6,27	1,30
STT.78B	194	8,27	5,53	1,50
STT.78B	195	8,35	5,58	1,50
STT.78B	196	8,78	6,42	1,37
STT.78B	197	8,49	5,62	1,51
STT.78B	198	8,25	5,75	1,43
STT.78B	199	8,74	6,58	1,33
STT.78B	200	8,47	5,56	1,52
STT.78T	201	8,12	5,34	1,52
STT.78T	202	8,33	5,08	1,64
STT.78T	203	8,78	5,56	1,58
STT.78T	204	8,18	5,39	1,52
STT.78T	205	8,50	5,85	1,45
STT.78T	206	8,44	5,59	1,51
STT.78T	207	8,17	5,21	1,57
STT.78T	208	8,39	5,22	1,61
STT.78T	209	8,11	5,16	1,57
STT.78T	210	8,37	5,59	1,50
STT.78T	211	8,05	4,44	1,67
STT.78T	212	8,39	5,37	1,56
STT.78T	213	8,03	5,93	1,35
STT.78T	214	8,34	5,97	1,40
STT.78T	215	8,22	5,21	1,58
STT.78T	216	8,38	4,65	1,80
STT.78T	217	9,04	6,24	1,45
STT.78T	218	8,09	5,29	1,53
STT.78T	219	8,03	5,92	1,36
STT.78T	220	9,01	5,56	1,62
STT.78T	221	8,65	5,88	1,47
STT.78T	222	9,13	5,39	1,69
STT.78T	223	8,21	5,68	1,45
STT.78T	224	9,53	6,67	1,43
STT.78T	225	8,03	5,80	1,38
STT.78T	226	8,69	5,62	1,55
STT.78T	227	9,39	7,37	1,27
STT.78T	228	9,19	6,82	1,35
STT.78T	229	8,88	5,66	1,57
STT.78T	230	9,38	6,10	1,54
STT.78T	231	9,48	6,57	1,44
STT.78T	232	9,08	6,48	1,40
STT.78T	233	8,91	6,98	1,28
STT.78T	234	8,59	6,31	1,36
STT.78T	235	8,07	5,99	1,35
STT.78T	236	8,69	6,49	1,34
STT.78T	237	8,48	5,61	1,51
STT.78T	238	8,44	5,93	1,42
STT.78T	239	9,39	6,33	1,48
STT.78T	240	8,93	6,22	1,44
STT.78T	241	9,01	6,86	1,31
STT.78T	242	8,92	6,42	1,39
STT.78T	243	9,34	6,51	1,43

**Tabla 3-4.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.78T	244	8,80	6,89	1,28
STT.78T	245	8,79	6,95	1,26
STT.78T	246	8,69	5,91	1,47
STT.78T	247	8,97	5,87	1,53
STT.78T	248	10,59	6,46	1,64
STT.78T	249	8,52	6,36	1,34
STT.78T	250	8,66	5,64	1,54
STT.78T	251	9,91	5,71	1,74
STT.78T	252	10,45	6,74	1,55
STT.78T	253	9,58	6,52	1,47
STT.78T	254	8,38	6,31	1,33
STT.78T	255	8,50	5,74	1,48
STT.78T	256	10,49	6,21	1,69
STT.78T	257	8,97	6,16	1,46
STT.78T	258	8,64	6,06	1,43
STT.78T	259	9,18	5,65	1,62
STT.78T	260	8,49	5,61	1,51
STT.78T	261	8,42	6,09	1,38
STT.78T	262	9,01	6,66	1,35
STT.78T	263	8,95	6,87	1,30
STT.78T	264	9,18	5,93	1,55
STT.78T	265	9,15	6,32	1,45
STT.78T	266	8,81	6,34	1,39
STT.78T	267	9,32	6,33	1,47
STT.78T	268	8,76	6,06	1,45
STT.78T	269	8,66	5,84	1,48
STT.78T	270	8,32	5,66	1,47
STT.78T	271	8,51	6,34	1,34
STT.78T	272	8,78	6,01	1,46
STT.78T	273	9,47	6,53	1,45
STT.78T	274	9,29	6,89	1,35
STT.78T	275	8,05	5,67	1,42
STT.78T	276	8,83	6,52	1,35
STT.78T	277	8,21	6,27	1,31
STT.78T	278	8,88	7,10	1,25
STT.78T	279	8,14	6,42	1,27
STT.78T	280	8,41	6,26	1,34
STT.78T	281	9,32	6,21	1,50
STT.78T	282	9,36	6,55	1,43
STT.78T	283	9,38	5,84	1,61
STT.78T	284	9,78	6,80	1,44
STT.78T	285	9,10	6,22	1,46
STT.78T	286	10,76	6,93	1,55
STT.78T	287	9,58	6,56	1,46
STT.78T	288	9,15	6,41	1,43
STT.78T	289	9,36	7,34	1,28
STT.78T	290	10,17	6,99	1,45
STT.78T	291	10,01	6,74	1,49
STT.78T	292	8,91	6,17	1,44
STT.78T	293	8,36	6,17	1,35
STT.78T	294	8,52	5,40	1,58
STT.78T	295	9,32	6,44	1,45
STT.78T	296	8,53	5,68	1,50
STT.78T	297	9,17	5,79	1,58
STT.78T	298	8,52	5,67	1,50
STT.78T	299	9,33	6,54	1,43
STT.78T	300	8,50	6,40	1,33
STT.84	301	8,35	6,04	1,38
STT.84	302	8,85	6,00	1,48
STT.84	303	8,40	5,80	1,45
STT.84	304	8,49	5,71	1,49
STT.84	305	9,16	6,14	1,49
STT.84	306	9,12	5,32	1,71
STT.84	307	8,27	5,08	1,63
STT.84	308	9,58	6,30	1,52
STT.84	309	9,76	6,13	1,59
STT.84	310	8,80	5,16	1,71
STT.84	311	9,80	6,55	1,50
STT.84	312	8,55	6,34	1,35
STT.84	313	9,00	5,70	1,58
STT.84	314	8,88	6,12	1,45
STT.84	315	8,56	6,10	1,40
STT.84	316	8,74	6,18	1,41
STT.84	317	8,18	5,79	1,41
STT.84	318	9,76	5,98	1,63
STT.84	319	9,92	6,52	1,52
STT.84	320	8,32	6,30	1,32
STT.84	321	8,96	5,81	1,54
STT.84	322	9,49	5,69	1,67
STT.84	323	8,46	6,36	1,33
STT.84	324	9,20	5,70	1,61

**Tabla 3-5.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.84	325	10,01	6,05	1,65
STT.84	326	8,95	5,52	1,62
STT.84	327	8,59	5,78	1,49
STT.84	328	8,69	5,80	1,50
STT.84	329	8,64	4,98	1,73
STT.84	330	8,64	5,71	1,51
STT.84	331	8,56	5,58	1,53
STT.84	332	7,65	5,67	1,35
STT.84	333	9,68	6,43	1,51
STT.84	334	8,65	6,62	1,31
STT.84	335	9,12	6,09	1,50
STT.84	336	8,84	5,74	1,54
STT.84	337	8,38	5,34	1,57
STT.84	338	9,91	5,89	1,68
STT.84	339	8,27	5,72	1,45
STT.84	340	8,54	5,79	1,47
STT.84	341	7,66	6,06	1,26
STT.84	342	8,76	6,03	1,45
STT.84	343	8,86	5,80	1,53
STT.84	344	8,86	6,73	1,32
STT.84	345	8,74	6,02	1,45
STT.84	346	9,18	6,05	1,52
STT.84	347	7,94	5,13	1,55
STT.84	348	8,17	5,91	1,38
STT.84	349	9,44	6,66	1,42
STT.84	350	10,25	6,20	1,65
STT.84	351	8,38	5,59	1,50
STT.84	352	8,46	6,13	1,38
STT.84	353	8,51	6,30	1,35
STT.84	354	8,04	5,91	1,36
STT.84	355	9,97	6,09	1,64
STT.84	356	7,70	5,12	1,50
STT.84	357	9,44	6,66	1,42
STT.84	358	9,55	6,53	1,46
STT.84	359	9,18	5,90	1,56
STT.84	360	8,45	5,85	1,44
STT.84	361	10,18	6,62	1,54
STT.84	362	8,62	5,50	1,57
STT.84	363	8,61	6,03	1,43
STT.84	364	9,13	5,93	1,54
STT.84	365	9,64	5,62	1,72
STT.84	366	9,00	5,95	1,51
STT.84	367	7,70	5,19	1,48
STT.84	368	9,46	5,94	1,59
STT.84	369	9,06	6,04	1,50
STT.84	370	9,51	6,12	1,55
STT.84	371	9,00	6,15	1,46
STT.84	372	8,49	5,51	1,54
STT.84	373	7,98	5,15	1,55
STT.84	374	9,00	6,16	1,46
STT.84	375	8,82	4,84	1,82
STT.84	376	8,84	5,75	1,54
STT.84	377	9,38	6,68	1,40
STT.84	378	9,15	5,77	1,59
STT.84	379	8,61	5,83	1,48
STT.84	380	8,55	5,82	1,47
STT.84	381	8,25	5,53	1,49
STT.84	382	8,39	5,79	1,45
STT.84	383	8,92	6,53	1,37
STT.84	384	10,60	7,03	1,51
STT.84	385	9,09	6,02	1,51
STT.84	386	8,58	5,60	1,53
STT.84	387	8,98	5,87	1,53
STT.84	388	8,06	5,34	1,51
STT.84	389	8,47	5,63	1,50
STT.84	390	8,83	5,88	1,50
STT.84	391	8,12	5,19	1,56
STT.84	392	7,58	4,68	1,62
STT.84	393	8,67	5,53	1,57
STT.84	394	8,42	6,37	1,32
STT.84	395	8,66	5,13	1,69
STT.84	396	8,14	5,98	1,36
STT.84	397	8,58	5,08	1,69
STT.84	398	8,81	6,67	1,32
STT.84	399	8,76	6,11	1,43
STT.84	400	9,64	5,82	1,66
STT.86B	401	8,38	5,09	1,65
STT.86B	402	8,12	4,99	1,63
STT.86B	403	8,41	5,08	1,66
STT.86B	404	8,11	4,99	1,63
STT.86B	405	9,18	5,59	1,64

**Tabla 3-6.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.86B	406	10,06	5,86	1,72
STT.86B	407	8,48	6,43	1,32
STT.86B	408	8,76	5,24	1,67
STT.86B	409	9,58	6,34	1,51
STT.86B	410	8,01	5,62	1,43
STT.86B	411	9,56	6,19	1,54
STT.86B	412	9,41	5,99	1,57
STT.86B	413	9,85	6,61	1,49
STT.86B	414	8,79	6,40	1,37
STT.86B	415	8,95	5,14	1,74
STT.86B	416	8,67	5,90	1,47
STT.86B	417	9,81	7,14	1,37
STT.86B	418	8,28	6,33	1,31
STT.86B	419	9,21	6,97	1,32
STT.86B	420	9,47	6,23	1,52
STT.86B	421	8,79	6,61	1,33
STT.86B	422	9,65	6,32	1,53
STT.86B	423	10,05	6,31	1,59
STT.86B	424	8,44	5,27	1,60
STT.86B	425	8,43	5,51	1,53
STT.86B	426	9,01	5,79	1,56
STT.86B	427	9,34	5,75	1,62
STT.86B	428	9,14	6,71	1,36
STT.86B	429	9,48	6,79	1,40
STT.86B	430	9,02	5,44	1,66
STT.86B	431	8,83	6,36	1,39
STT.86B	432	8,44	5,94	1,42
STT.86B	433	8,46	6,15	1,38
STT.86B	434	9,92	6,64	1,49
STT.86B	435	8,18	5,22	1,57
STT.86B	436	10,59	7,07	1,50
STT.86B	437	8,24	5,83	1,41
STT.86B	438	8,54	6,21	1,38
STT.86B	439	8,19	5,43	1,51
STT.86B	440	11,08	7,05	1,57
STT.86B	441	9,31	7,03	1,32
STT.86B	442	8,25	5,86	1,41
STT.86B	443	7,95	5,08	1,56
STT.86B	444	9,20	6,57	1,40
STT.86B	445	9,30	5,51	1,69
STT.86B	446	8,40	5,15	1,63
STT.86B	447	8,16	6,80	1,20
STT.86B	448	9,88	6,54	1,51
STT.86B	449	8,16	5,08	1,61
STT.86B	450	9,52	5,67	1,68
STT.86B	451	9,84	6,48	1,52
STT.86B	452	10,43	6,81	1,53
STT.86B	453	8,53	6,83	1,25
STT.86B	454	8,77	6,84	1,28
STT.86B	455	9,31	6,13	1,52
STT.86B	456	9,35	6,02	1,55
STT.86B	457	9,16	6,22	1,47
STT.86B	458	9,02	7,00	1,29
STT.86B	459	9,09	5,66	1,61
STT.86B	460	8,57	6,08	1,41
STT.86B	461	8,38	5,71	1,47
STT.86B	462	8,97	6,41	1,40
STT.86B	463	8,97	6,47	1,39
STT.86B	464	8,64	5,74	1,51
STT.86B	465	8,33	6,40	1,30
STT.86B	466	7,98	5,63	1,42
STT.86B	467	8,74	6,62	1,32
STT.86B	468	9,09	5,75	1,58
STT.86B	469	8,30	5,51	1,51
STT.86B	470	8,68	5,67	1,53
STT.86B	471	8,51	5,57	1,53
STT.86B	472	7,97	6,01	1,33
STT.86B	473	10,35	6,33	1,64
STT.86B	474	8,83	4,96	1,78
STT.86B	475	8,89	6,20	1,43
STT.86B	476	8,38	5,72	1,47
STT.86B	477	8,38	6,60	1,27
STT.86B	478	8,94	5,75	1,55
STT.86B	479	8,21	5,44	1,51
STT.86B	480	9,28	6,57	1,41
STT.86B	481	8,36	6,20	1,35
STT.86B	482	8,93	6,92	1,29
STT.86B	483	8,31	6,49	1,28
STT.86B	484	9,04	6,91	1,31
STT.86B	485	7,93	5,38	1,47
STT.86B	486	7,87	6,50	1,21

**Tabla 3-7.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.86B	487	8,35	5,82	1,43
STT.86B	488	8,77	6,76	1,30
STT.86B	489	9,68	5,45	1,78
STT.86B	490	8,32	5,88	1,41
STT.86B	491	8,86	5,76	1,54
STT.86B	492	9,79	6,88	1,42
STT.86B	493	9,74	5,91	1,65
STT.86B	494	9,90	5,90	1,68
STT.86B	495	8,61	6,72	1,28
STT.86B	496	9,58	6,25	1,53
STT.86B	497	9,46	6,41	1,48
STT.86B	498	8,93	5,43	1,64
STT.86B	499	8,76	5,65	1,55
STT.86B	500	8,33	5,37	1,55
STT.86T	501	8,88	5,74	1,55
STT.86T	502	7,95	5,72	1,39
STT.86T	503	8,86	6,23	1,42
STT.86T	504	8,29	5,39	1,54
STT.86T	505	9,40	5,82	1,62
STT.86T	506	8,57	5,73	1,50
STT.86T	507	8,74	5,79	1,51
STT.86T	508	8,66	5,93	1,46
STT.86T	509	8,68	6,48	1,34
STT.86T	510	8,29	5,69	1,46
STT.86T	511	9,35	5,97	1,57
STT.86T	512	9,89	6,88	1,44
STT.86T	513	10,16	7,25	1,40
STT.86T	514	8,35	5,86	1,42
STT.86T	515	9,57	6,75	1,42
STT.86T	516	10,34	7,33	1,41
STT.86T	517	8,72	5,68	1,54
STT.86T	518	8,84	5,99	1,48
STT.86T	519	9,68	7,10	1,36
STT.86T	520	9,03	5,72	1,58
STT.86T	521	8,82	6,18	1,43
STT.86T	522	8,52	6,80	1,25
STT.86T	523	9,48	6,34	1,50
STT.86T	524	9,94	6,81	1,46
STT.86T	525	9,46	7,12	1,33
STT.86T	526	8,39	5,69	1,47
STT.86T	527	9,03	5,97	1,51
STT.86T	528	9,19	5,77	1,59
STT.86T	529	9,50	6,40	1,48
STT.86T	530	8,66	5,67	1,53
STT.86T	531	8,53	6,61	1,29
STT.86T	532	8,99	5,54	1,62
STT.86T	533	8,99	5,84	1,54
STT.86T	534	8,37	5,78	1,45
STT.86T	535	9,51	5,99	1,59
STT.86T	536	8,42	6,16	1,37
STT.86T	537	9,10	6,21	1,47
STT.86T	538	9,55	7,22	1,32
STT.86T	539	9,04	7,24	1,25
STT.86T	540	9,07	5,37	1,69
STT.86T	541	9,36	6,77	1,38
STT.86T	542	9,40	6,97	1,35
STT.86T	543	9,59	6,11	1,57
STT.86T	544	9,14	6,36	1,44
STT.86T	545	10,37	7,02	1,48
STT.86T	546	8,76	6,34	1,38
STT.86T	547	8,72	6,80	1,28
STT.86T	548	8,15	5,66	1,44
STT.86T	549	8,33	5,67	1,47
STT.86T	550	8,94	6,24	1,43
STT.86T	551	9,70	6,28	1,54
STT.86T	552	8,65	5,60	1,54
STT.86T	553	9,76	6,09	1,60
STT.86T	554	8,46	5,57	1,52
STT.86T	555	8,94	6,26	1,43
STT.86T	556	9,54	6,67	1,43
STT.86T	557	8,14	5,71	1,43
STT.86T	558	10,60	7,76	1,37
STT.86T	559	8,30	6,24	1,33
STT.86T	560	9,49	6,50	1,46
STT.86T	561	7,25	5,11	1,42
STT.86T	562	9,23	6,17	1,50
STT.86T	563	9,39	6,62	1,42
STT.86T	564	9,08	6,44	1,41
STT.86T	565	8,68	5,78	1,50
STT.86T	566	9,25	5,89	1,57
STT.86T	567	8,17	5,76	1,42



**Tabla 3-8.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.86T	568	9,92	6,65	1,49
STT.86T	569	9,30	5,95	1,56
STT.86T	570	9,19	5,90	1,56
STT.86T	571	8,71	5,67	1,54
STT.86T	572	8,36	5,45	1,53
STT.86T	573	7,70	5,59	1,38
STT.86T	574	8,22	5,71	1,44
STT.86T	575	9,77	6,19	1,58
STT.86T	576	8,97	5,94	1,51
STT.86T	577	9,08	6,76	1,34
STT.86T	578	9,22	6,89	1,34
STT.86T	579	8,65	5,59	1,55
STT.86T	580	8,97	6,06	1,48
STT.86T	581	9,07	5,88	1,54
STT.86T	582	8,76	6,30	1,39
STT.86T	583	8,39	5,29	1,59
STT.86T	584	8,19	6,03	1,36
STT.86T	585	9,14	5,71	1,60
STT.86T	586	7,74	6,08	1,27
STT.86T	587	9,29	6,31	1,47
STT.86T	588	8,30	5,57	1,49
STT.86T	589	8,95	6,40	1,40
STT.86T	590	8,76	6,02	1,46
STT.86T	591	8,29	5,94	1,40
STT.86T	592	9,02	5,67	1,59
STT.86T	593	9,28	6,39	1,45
STT.86T	594	8,88	6,09	1,46
STT.86T	595	9,23	6,49	1,42
STT.86T	596	9,35	6,09	1,54
STT.86T	597	10,37	5,69	1,82
STT.86T	598	8,39	5,91	1,42
STT.86T	599	8,26	6,33	1,30
STT.86T	600	8,41	6,01	1,40
STT.92T	601	8,27	6,24	1,33
STT.92T	602	9,23	6,61	1,40
STT.92T	603	8,29	5,78	1,43
STT.92T	604	9,20	5,69	1,62
STT.92T	605	9,07	5,99	1,51
STT.92T	606	9,17	6,64	1,38
STT.92T	607	8,96	5,35	1,67
STT.92T	608	8,06	5,54	1,45
STT.92T	609	9,05	5,93	1,53
STT.92T	610	8,51	6,12	1,39
STT.92T	611	9,87	6,49	1,52
STT.92T	612	8,46	5,41	1,56
STT.92T	613	8,99	6,18	1,45
STT.92T	614	8,30	5,90	1,41
STT.92T	615	9,87	6,86	1,44
STT.92T	616	8,95	5,48	1,63
STT.92T	617	8,52	5,84	1,46
STT.92T	618	9,51	5,65	1,68
STT.92T	619	9,85	6,52	1,51
STT.92T	620	9,23	7,52	1,23
STT.92T	621	9,38	6,66	1,41
STT.92T	622	9,93	6,50	1,53
STT.92T	623	9,58	6,46	1,48
STT.92T	624	8,19	5,71	1,43
STT.92T	625	9,24	6,08	1,52
STT.92T	626	9,02	6,42	1,40
STT.92T	627	8,01	5,49	1,46
STT.92T	628	9,07	5,56	1,63
STT.92T	629	8,85	6,93	1,28
STT.92T	630	10,57	6,09	1,74
STT.92T	631	9,67	7,49	1,29
STT.92T	632	8,99	6,64	1,35
STT.92T	633	8,96	5,69	1,57
STT.92T	634	9,38	6,00	1,56
STT.92T	635	9,65	6,03	1,60
STT.92T	636	8,40	5,29	1,59
STT.92T	637	9,93	6,89	1,44
STT.92T	638	9,88	6,69	1,48
STT.92T	639	11,35	7,20	1,58
STT.92T	640	9,74	6,30	1,55
STT.92T	641	8,45	6,10	1,39
STT.92T	642	8,71	5,74	1,52
STT.92T	643	9,34	5,30	1,76
STT.92T	644	9,39	7,08	1,33
STT.92T	645	9,37	6,97	1,34
STT.92T	646	9,39	6,68	1,41
STT.92T	647	10,01	7,47	1,34
STT.92T	648	8,64	7,19	1,20

**Tabla 3-9.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.92T	649	10,97	5,63	1,95
STT.92T	650	8,92	6,32	1,41
STT.92T	651	9,53	6,35	1,50
STT.92T	652	9,00	6,58	1,37
STT.92T	653	8,29	5,30	1,56
STT.92T	654	8,72	6,12	1,42
STT.92T	655	9,13	5,69	1,60
STT.92T	656	8,82	6,82	1,29
STT.92T	657	8,47	6,86	1,23
STT.92T	658	9,14	6,23	1,47
STT.92T	659	9,09	5,70	1,59
STT.92T	660	9,37	5,90	1,59
STT.92T	661	9,69	6,06	1,60
STT.92T	662	9,20	6,42	1,43
STT.92T	663	9,30	6,96	1,34
STT.92T	664	10,17	7,24	1,40
STT.92T	665	8,70	6,42	1,36
STT.92T	666	9,86	6,40	1,54
STT.92T	667	9,40	5,16	1,82
STT.92T	668	8,93	5,63	1,59
STT.92T	669	8,92	6,89	1,29
STT.92T	670	9,51	5,97	1,59
STT.92T	671	8,52	7,06	1,21
STT.92T	672	9,16	6,02	1,52
STT.92T	673	10,56	7,12	1,48
STT.92T	674	10,33	6,36	1,62
STT.92T	675	9,55	6,18	1,55
STT.92T	676	8,26	5,64	1,46
STT.92T	677	8,66	6,08	1,42
STT.92T	678	9,72	6,76	1,44
STT.92T	679	9,86	6,07	1,62
STT.92T	680	9,02	5,96	1,51
STT.92T	681	9,36	7,17	1,31
STT.92T	682	8,80	6,65	1,32
STT.92T	683	9,38	6,02	1,56
STT.92T	684	9,04	6,30	1,43
STT.92T	685	9,49	6,00	1,58
STT.92T	686	7,93	5,29	1,50
STT.92T	687	8,60	5,50	1,56
STT.92T	688	8,81	5,73	1,54
STT.92T	689	9,34	6,40	1,46
STT.92T	690	8,76	6,32	1,39
STT.92T	691	8,96	6,28	1,43
STT.92T	692	8,54	7,07	1,21
STT.92T	693	8,91	5,84	1,53
STT.92T	694	8,87	6,25	1,42
STT.92T	695	9,09	6,84	1,33
STT.92T	696	10,17	6,61	1,54
STT.92T	697	10,46	7,10	1,47
STT.92T	698	10,77	7,90	1,36
STT.92T	699	8,92	6,09	1,46
STT.92T	700	8,48	5,65	1,50
STT.96T	701	11,08	7,67	1,44
STT.96T	702	9,78	6,69	1,46
STT.96T	703	8,39	5,71	1,47
STT.96T	704	9,91	6,44	1,54
STT.96T	705	9,42	6,69	1,41
STT.96T	706	10,31	6,85	1,51
STT.96T	707	8,39	5,65	1,48
STT.96T	708	10,17	6,86	1,48
STT.96T	709	8,58	5,38	1,59
STT.96T	710	9,61	6,47	1,49
STT.96T	711	9,60	6,20	1,55
STT.96T	712	11,56	6,83	1,69
STT.96T	713	10,20	7,45	1,37
STT.96T	714	10,73	7,17	1,50
STT.96T	715	8,97	6,50	1,38
STT.96T	716	8,92	6,75	1,32
STT.96T	717	10,13	6,37	1,59
STT.96T	718	8,42	5,04	1,67
STT.96T	719	9,17	6,01	1,53
STT.96T	720	11,10	6,71	1,65
STT.96T	721	9,32	6,24	1,49
STT.96T	722	9,13	6,34	1,44
STT.96T	723	9,87	6,19	1,59
STT.96T	724	10,27	6,02	1,71
STT.96T	725	8,05	5,50	1,46
STT.96T	726	9,34	6,08	1,54
STT.96T	727	9,52	5,90	1,61
STT.96T	728	8,55	6,76	1,26
STT.96T	729	9,87	5,88	1,68

**Tabla 3-10.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.96T	730	10,25	6,58	1,56
STT.96T	731	9,82	5,89	1,67
STT.96T	732	10,60	6,14	1,73
STT.96T	733	9,90	6,96	1,42
STT.96T	734	9,13	5,86	1,56
STT.96T	735	9,77	6,63	1,47
STT.96T	736	8,67	6,16	1,41
STT.96T	737	9,59	6,50	1,48
STT.96T	738	9,08	6,10	1,49
STT.96T	739	8,70	5,28	1,65
STT.96T	740	8,05	6,72	1,20
STT.96T	741	8,44	5,46	1,55
STT.96T	742	9,61	5,61	1,71
STT.96T	743	10,64	7,10	1,50
STT.96T	744	9,92	6,06	1,64
STT.96T	745	8,51	5,57	1,53
STT.96T	746	8,82	5,97	1,48
STT.96T	747	8,90	5,52	1,61
STT.96T	748	9,05	5,82	1,55
STT.96T	749	10,55	6,60	1,60
STT.96T	750	8,56	6,32	1,35
STT.96T	751	9,75	6,43	1,52
STT.96T	752	10,79	7,19	1,50
STT.96T	753	9,29	5,59	1,66
STT.96T	754	8,56	5,56	1,54
STT.96T	755	10,02	6,72	1,49
STT.96T	756	8,57	5,50	1,56
STT.96T	757	9,27	6,50	1,43
STT.96T	758	8,71	5,45	1,60
STT.96T	759	9,59	6,16	1,56
STT.96T	760	7,88	5,07	1,55
STT.96T	761	9,90	6,07	1,63
STT.96T	762	9,64	6,51	1,48
STT.96T	763	9,91	5,87	1,69
STT.96T	764	10,41	5,87	1,77
STT.96T	765	9,37	7,86	1,19
STT.96T	766	9,04	6,01	1,50
STT.96T	767	10,44	6,07	1,72
STT.96T	768	9,62	6,49	1,48
STT.96T	769	8,70	5,91	1,47
STT.96T	770	9,53	6,47	1,47
STT.96T	771	7,28	4,90	1,49
STT.96T	772	10,15	6,28	1,62
STT.96T	773	10,32	6,70	1,54
STT.96T	774	8,74	6,13	1,43
STT.96T	775	8,61	5,89	1,46
STT.96T	776	9,34	5,48	1,70
STT.96T	777	9,59	7,25	1,32
STT.96T	778	10,34	7,13	1,45
STT.96T	779	8,90	5,48	1,62
STT.96T	780	10,42	7,44	1,40
STT.96T	781	8,45	5,66	1,49
STT.96T	782	8,95	5,70	1,57
STT.96T	783	9,19	5,93	1,55
STT.96T	784	11,47	7,36	1,56
STT.96T	785	10,08	6,79	1,48
STT.96T	786	10,66	6,39	1,67
STT.96T	787	9,94	5,57	1,78
STT.96T	788	9,87	6,21	1,59
STT.96T	789	8,51	5,41	1,57
STT.96T	790	10,96	6,94	1,58
STT.96T	791	10,06	6,31	1,59
STT.96T	792	9,71	5,59	1,74
STT.96T	793	8,41	5,67	1,48
STT.96T	794	10,15	6,73	1,51
STT.96T	795	10,62	6,86	1,55
STT.96T	796	8,88	5,61	1,58
STT.96T	797	8,74	6,54	1,34
STT.96T	798	9,84	6,28	1,57
STT.96T	799	11,03	7,19	1,53
STT.96T	800	10,00	6,20	1,61
STT.104	801	8,97	5,97	1,50
STT.104	802	8,55	6,51	1,31
STT.104	803	9,71	6,71	1,45
STT.104	804	8,46	6,26	1,35
STT.104	805	9,00	6,67	1,35
STT.104	806	8,04	5,45	1,48
STT.104	807	7,91	5,31	1,49
STT.104	808	9,13	6,44	1,42
STT.104	809	10,57	6,65	1,59
STT.104	810	10,11	6,69	1,51

**Tabla 3-11.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.104	811	9,55	7,49	1,28
STT.104	812	8,62	6,19	1,39
STT.104	813	9,33	7,54	1,24
STT.104	814	11,08	7,51	1,48
STT.104	815	7,78	5,69	1,37
STT.104	816	10,33	7,23	1,43
STT.104	817	9,55	6,24	1,53
STT.104	818	9,00	6,62	1,36
STT.104	819	9,55	6,52	1,46
STT.104	820	9,55	6,72	1,42
STT.104	821	9,05	6,08	1,49
STT.104	822	9,16	5,68	1,61
STT.104	823	9,10	6,98	1,30
STT.104	824	10,28	6,41	1,60
STT.104	825	11,09	7,57	1,46
STT.104	826	9,19	6,69	1,37
STT.104	827	10,71	7,30	1,47
STT.104	828	9,96	7,50	1,33
STT.104	829	9,63	6,40	1,50
STT.104	830	11,22	6,70	1,67
STT.104	831	11,35	6,80	1,67
STT.104	832	10,18	7,44	1,37
STT.104	833	9,83	7,44	1,32
STT.104	834	10,79	7,58	1,42
STT.104	835	10,48	7,42	1,41
STT.104	836	9,76	6,33	1,54
STT.104	837	11,19	7,66	1,46
STT.104	838	9,95	7,30	1,36
STT.104	839	9,27	6,84	1,36
STT.104	840	12,51	7,53	1,66
STT.104	841	9,08	6,09	1,49
STT.104	842	9,83	6,91	1,42
STT.104	843	9,97	6,74	1,48
STT.104	844	9,61	7,11	1,35
STT.104	845	9,91	6,68	1,48
STT.104	846	11,02	6,22	1,77
STT.104	847	10,96	7,93	1,38
STT.104	848	8,87	6,27	1,41
STT.104	849	9,02	5,93	1,52
STT.104	850	9,58	6,50	1,47
STT.104	851	9,95	7,60	1,31
STT.104	852	9,88	7,46	1,32
STT.104	853	9,33	6,80	1,37
STT.104	854	9,19	6,72	1,37
STT.104	855	10,49	7,57	1,39
STT.104	856	9,42	6,47	1,46
STT.104	857	10,51	6,78	1,55
STT.104	858	10,21	7,05	1,45
STT.104	859	9,89	7,48	1,32
STT.104	860	9,19	6,84	1,34
STT.104	861	9,26	7,48	1,24
STT.104	862	11,27	6,68	1,69
STT.104	863	10,56	7,41	1,43
STT.104	864	10,04	6,88	1,46
STT.104	865	9,78	6,48	1,51
STT.104	866	9,01	6,41	1,41
STT.104	867	9,74	7,25	1,34
STT.104	868	10,20	7,37	1,38
STT.104	869	9,71	6,78	1,43
STT.104	870	9,94	7,56	1,31
STT.104	871	9,58	5,94	1,61
STT.104	872	10,05	7,26	1,38
STT.104	873	10,39	6,82	1,52
STT.104	874	10,23	6,53	1,57
STT.104	875	9,06	6,97	1,30
STT.104	876	9,83	7,49	1,31
STT.104	877	10,47	6,91	1,52
STT.104	878	9,37	6,10	1,54
STT.104	879	10,39	7,06	1,47
STT.104	880	10,25	7,68	1,33
STT.104	881	9,52	6,75	1,41
STT.104	882	9,87	6,28	1,57
STT.104	883	10,13	6,73	1,51
STT.104	884	10,20	7,06	1,44
STT.104	885	9,68	7,15	1,35
STT.104	886	10,41	6,86	1,52
STT.104	887	10,52	7,00	1,50
STT.104	888	12,31	6,65	1,85
STT.104	889	9,45	7,28	1,30
STT.104	890	9,18	5,93	1,55
STT.104	891	10,98	7,16	1,53

**Tabla 3-12.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.104	892	10,30	6,94	1,48
STT.104	893	10,59	7,76	1,36
STT.104	894	9,73	6,92	1,41
STT.104	895	10,33	7,04	1,47
STT.104	896	10,03	7,15	1,40
STT.104	897	10,44	7,40	1,41
STT.104	898	8,87	5,80	1,53
STT.104	899	9,83	6,34	1,55
STT.104	900	11,25	7,83	1,44
STT.112B	901	9,88	6,22	1,59
STT.112B	902	9,92	6,63	1,50
STT.112B	903	9,42	6,88	1,37
STT.112B	904	9,92	6,87	1,44
STT.112B	905	9,35	5,89	1,59
STT.112B	906	8,01	4,87	1,64
STT.112B	907	8,06	5,16	1,56
STT.112B	908	8,66	6,32	1,37
STT.112B	909	10,08	6,55	1,54
STT.112B	910	9,11	6,37	1,43
STT.112B	911	9,87	7,33	1,35
STT.112B	912	8,66	5,98	1,45
STT.112B	913	7,96	5,61	1,42
STT.112B	914	9,34	6,63	1,41
STT.112B	915	10,06	6,07	1,66
STT.112B	916	9,16	7,06	1,30
STT.112B	917	10,24	6,31	1,62
STT.112B	918	9,19	5,39	1,71
STT.112B	919	10,31	6,67	1,55
STT.112B	920	10,03	6,35	1,58
STT.112B	921	8,15	5,69	1,43
STT.112B	922	9,17	5,82	1,58
STT.112B	923	9,73	6,09	1,60
STT.112B	924	10,03	6,37	1,57
STT.112B	925	11,01	6,53	1,69
STT.112B	926	10,07	7,16	1,41
STT.112B	927	8,99	5,25	1,71
STT.112B	928	10,45	6,46	1,62
STT.112B	929	8,43	5,75	1,47
STT.112B	930	10,15	6,34	1,60
STT.112B	931	9,26	5,89	1,57
STT.112B	932	9,34	6,50	1,44
STT.112B	933	10,71	6,72	1,59
STT.112B	934	9,64	6,28	1,54
STT.112B	935	10,25	6,13	1,67
STT.112B	936	9,71	6,13	1,58
STT.112B	937	10,34	6,33	1,63
STT.112B	938	10,35	6,99	1,48
STT.112B	939	10,80	6,87	1,57
STT.112B	940	9,59	5,10	1,88
STT.112B	941	9,39	6,69	1,40
STT.112B	942	10,28	7,26	1,42
STT.112B	943	9,87	6,29	1,57
STT.112B	944	10,67	7,51	1,42
STT.112B	945	9,51	6,69	1,42
STT.112B	946	10,19	6,23	1,64
STT.112B	947	9,65	7,40	1,30
STT.112B	948	9,99	6,52	1,53
STT.112B	949	9,69	6,53	1,48
STT.112B	950	9,58	7,17	1,34
STT.112B	951	8,72	5,15	1,69
STT.112B	952	10,68	6,11	1,75
STT.112B	953	9,93	6,76	1,47
STT.112B	954	10,15	6,08	1,67
STT.112B	955	9,47	6,37	1,49
STT.112B	956	10,05	7,27	1,38
STT.112B	957	10,56	6,01	1,76
STT.112B	958	9,40	7,00	1,34
STT.112B	959	9,44	6,45	1,46
STT.112B	960	9,43	5,92	1,59
STT.112B	961	8,73	6,02	1,45
STT.112B	962	10,60	6,35	1,67
STT.112B	963	9,60	6,53	1,47
STT.112B	964	9,64	6,50	1,48
STT.112B	965	10,71	6,19	1,73
STT.112B	966	9,47	6,71	1,41
STT.112B	967	9,80	5,80	1,69
STT.112B	968	9,24	6,42	1,44
STT.112B	969	10,42	6,16	1,69
STT.112B	970	9,45	6,35	1,49
STT.112B	971	9,29	6,69	1,39
STT.112B	972	9,33	6,00	1,56

**Tabla 3-13.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.112B	973	9,58	6,75	1,42
STT.112B	974	9,77	6,64	1,47
STT.112B	975	10,09	5,97	1,69
STT.112B	976	9,77	6,47	1,51
STT.112B	977	9,96	5,92	1,68
STT.112B	978	10,45	7,80	1,34
STT.112B	979	9,13	6,35	1,44
STT.112B	980	9,63	5,75	1,67
STT.112B	981	9,67	5,50	1,76
STT.112B	982	10,67	7,26	1,47
STT.112B	983	9,28	7,12	1,30
STT.112B	984	10,26	7,03	1,46
STT.112B	985	8,69	5,51	1,58
STT.112B	986	9,84	5,72	1,72
STT.112B	987	10,76	7,31	1,47
STT.112B	988	9,77	6,45	1,51
STT.112B	989	7,30	5,16	1,41
STT.112B	990	8,74	5,34	1,64
STT.112B	991	10,59	7,35	1,44
STT.112B	992	8,21	5,03	1,63
STT.112B	993	10,91	5,94	1,84
STT.112B	994	10,23	6,05	1,69
STT.112B	995	10,13	6,03	1,68
STT.112B	996	10,38	6,73	1,54
STT.112B	997	10,33	5,82	1,77
STT.112B	998	10,09	6,31	1,60
STT.112B	999	8,61	5,21	1,65
STT.112B	1000	9,07	6,91	1,31
STT.112T	1001	8,76	5,70	1,54
STT.112T	1002	8,93	5,55	1,61
STT.112T	1003	9,10	6,11	1,49
STT.112T	1004	9,21	7,05	1,31
STT.112T	1005	10,42	6,71	1,55
STT.112T	1006	9,61	6,96	1,38
STT.112T	1007	10,00	6,48	1,54
STT.112T	1008	9,13	6,68	1,37
STT.112T	1009	9,38	6,17	1,52
STT.112T	1010	9,33	6,53	1,43
STT.112T	1011	9,92	6,02	1,65
STT.112T	1012	9,85	6,10	1,61
STT.112T	1013	8,69	6,65	1,31
STT.112T	1014	9,39	6,56	1,43
STT.112T	1015	8,84	5,32	1,66
STT.112T	1016	10,12	6,86	1,48
STT.112T	1017	9,65	6,51	1,48
STT.112T	1018	8,42	5,33	1,58
STT.112T	1019	9,24	5,84	1,58
STT.112T	1020	9,07	6,91	1,31
STT.112T	1021	8,48	6,07	1,40
STT.112T	1022	8,74	5,69	1,54
STT.112T	1023	9,54	5,74	1,66
STT.112T	1024	9,49	6,85	1,39
STT.112T	1025	9,43	6,62	1,42
STT.112T	1026	9,08	7,00	1,30
STT.112T	1027	9,06	6,58	1,38
STT.112T	1028	9,72	5,92	1,64
STT.112T	1029	9,07	5,94	1,53
STT.112T	1030	8,10	5,14	1,58
STT.112T	1031	8,83	5,79	1,53
STT.112T	1032	9,62	6,06	1,59
STT.112T	1033	9,01	6,37	1,41
STT.112T	1034	10,75	6,23	1,73
STT.112T	1035	9,34	6,91	1,35
STT.112T	1036	10,60	6,08	1,74
STT.112T	1037	9,36	7,72	1,21
STT.112T	1038	8,36	5,65	1,48
STT.112T	1039	9,27	6,15	1,51
STT.112T	1040	9,40	7,00	1,34
STT.112T	1041	8,05	6,38	1,26
STT.112T	1042	8,50	5,64	1,51
STT.112T	1043	8,18	5,78	1,42
STT.112T	1044	9,89	6,95	1,42
STT.112T	1045	9,45	5,90	1,60
STT.112T	1046	8,52	6,45	1,32
STT.112T	1047	8,85	6,81	1,30
STT.112T	1048	10,07	6,03	1,67
STT.112T	1049	9,96	6,59	1,51
STT.112T	1050	8,02	6,16	1,30
STT.112T	1051	9,38	6,55	1,43
STT.112T	1052	8,60	6,24	1,38
STT.112T	1053	8,88	6,46	1,37

**Tabla 3-14.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.112T	1054	9,55	7,13	1,34
STT.112T	1055	8,47	6,12	1,38
STT.112T	1056	8,70	5,78	1,51
STT.112T	1057	9,31	6,69	1,39
STT.112T	1058	8,71	6,99	1,25
STT.112T	1059	9,61	6,48	1,48
STT.112T	1060	9,10	7,02	1,30
STT.112T	1061	9,38	6,09	1,54
STT.112T	1062	10,04	6,22	1,61
STT.112T	1063	9,52	5,84	1,63
STT.112T	1064	10,13	6,75	1,50
STT.112T	1065	8,81	6,32	1,39
STT.112T	1066	9,44	6,53	1,45
STT.112T	1067	8,25	5,92	1,39
STT.112T	1068	8,50	6,12	1,39
STT.112T	1069	9,21	6,55	1,41
STT.112T	1070	9,27	5,80	1,60
STT.112T	1071	9,50	5,86	1,62
STT.112T	1072	7,41	6,01	1,23
STT.112T	1073	9,27	6,56	1,41
STT.112T	1074	8,37	5,50	1,52
STT.112T	1075	7,93	6,15	1,29
STT.112T	1076	8,88	6,31	1,41
STT.112T	1077	8,75	6,65	1,32
STT.112T	1078	8,63	5,92	1,46
STT.112T	1079	9,22	6,90	1,34
STT.112T	1080	9,46	5,78	1,64
STT.112T	1081	8,85	6,25	1,42
STT.112T	1082	8,72	5,88	1,48
STT.112T	1083	8,99	6,53	1,38
STT.112T	1084	9,95	6,26	1,59
STT.112T	1085	10,41	6,58	1,58
STT.112T	1086	8,83	5,36	1,65
STT.112T	1087	9,65	6,07	1,59
STT.112T	1088	9,99	7,04	1,42
STT.112T	1089	9,54	5,98	1,60
STT.112T	1090	9,11	5,29	1,72
STT.112T	1091	9,99	6,62	1,51
STT.112T	1092	8,52	6,53	1,30
STT.112T	1093	9,27	5,86	1,58
STT.112T	1094	9,31	6,26	1,49
STT.112T	1095	8,71	5,98	1,46
STT.112T	1096	9,01	5,76	1,56
STT.112T	1097	8,98	6,36	1,41
STT.112T	1098	8,26	5,84	1,41
STT.112T	1099	7,98	5,72	1,40
STT.112T	1100	9,08	6,17	1,47
STT.118B	1101	8,66	5,36	1,62
STT.118B	1102	9,64	5,59	1,72
STT.118B	1103	8,55	5,64	1,52
STT.118B	1104	9,21	6,16	1,50
STT.118B	1105	8,49	6,16	1,38
STT.118B	1106	8,99	5,37	1,67
STT.118B	1107	10,20	5,70	1,79
STT.118B	1108	9,41	5,19	1,81
STT.118B	1109	8,89	4,96	1,79
STT.118B	1110	9,10	5,09	1,79
STT.118B	1111	9,71	5,85	1,66
STT.118B	1112	9,00	5,99	1,50
STT.118B	1113	7,93	4,74	1,67
STT.118B	1114	10,64	5,49	1,94
STT.118B	1115	9,06	5,46	1,66
STT.118B	1116	9,33	5,24	1,78
STT.118B	1117	8,65	5,80	1,49
STT.118B	1118	8,53	5,34	1,60
STT.118B	1119	7,67	4,66	1,65
STT.118B	1120	9,60	6,25	1,54
STT.118B	1121	8,08	4,25	1,90
STT.118B	1122	8,72	5,95	1,47
STT.118B	1123	8,52	5,38	1,58
STT.118B	1124	9,36	5,86	1,60
STT.118B	1125	8,29	5,08	1,63
STT.118B	1126	9,32	5,34	1,75
STT.118B	1127	9,19	5,87	1,57
STT.118B	1128	10,39	5,39	1,93
STT.118B	1129	8,42	5,16	1,63
STT.118B	1130	8,46	5,46	1,55
STT.118B	1131	9,50	5,13	1,85
STT.118B	1132	8,95	5,69	1,57
STT.118B	1133	9,05	5,83	1,55
STT.118B	1134	8,04	4,82	1,67

**Tabla 3-15.- *Crepidolithus crucifer***

Muestras Samples	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Excentricidad Eccentricity
STT.118B	1135	9,34	5,66	1,65
STT.118B	1136	7,51	5,05	1,49
STT.118B	1137	8,58	5,56	1,54
STT.118B	1138	8,05	4,97	1,62
STT.118B	1139	7,64	4,86	1,57
STT.118B	1140	8,20	5,00	1,64
STT.118B	1141	9,39	5,79	1,62
STT.118B	1142	8,47	5,70	1,49
STT.118B	1143	9,36	5,38	1,74
STT.118B	1144	8,42	5,15	1,63
STT.118B	1145	8,30	4,93	1,68
STT.118B	1146	8,45	5,21	1,62
STT.118B	1147	9,76	5,50	1,77
STT.118B	1148	8,59	5,53	1,55
STT.118B	1149	8,54	5,28	1,62
STT.118B	1150	9,16	5,01	1,83
STT.118B	1151	9,13	6,06	1,51
STT.118B	1152	8,83	4,72	1,87
STT.118B	1153	11,35	5,67	2,00
STT.118B	1154	8,39	5,99	1,40
STT.118B	1155	8,16	5,19	1,57
STT.118B	1156	8,55	5,93	1,44
STT.118B	1157	8,16	4,88	1,67
STT.118B	1158	9,00	5,96	1,51
STT.118B	1159	9,27	5,87	1,58
STT.118B	1160	9,21	6,58	1,40
STT.118B	1161	9,81	5,65	1,74
STT.118B	1162	9,41	5,17	1,82
STT.118B	1163	9,62	5,16	1,86
STT.118B	1164	9,18	5,78	1,59
STT.118B	1165	8,82	5,01	1,76
STT.118B	1166	9,34	5,42	1,72
STT.118B	1167	8,25	5,10	1,62
STT.118B	1168	8,02	5,41	1,48
STT.118B	1169	8,00	5,39	1,48
STT.118B	1170	8,47	5,35	1,58
STT.118B	1171	9,83	5,71	1,72
STT.118B	1172	9,59	5,64	1,70
STT.118B	1173	8,31	6,05	1,37
STT.118B	1174	8,61	5,34	1,61
STT.118B	1175	8,84	4,96	1,78
STT.118B	1176	8,58	5,70	1,51
STT.118B	1177	9,64	5,40	1,79
STT.118B	1178	8,59	5,32	1,61
STT.118B	1179	11,34	6,05	1,87
STT.118B	1180	8,00	4,78	1,67
STT.118B	1181	9,05	4,98	1,82
STT.118B	1182	8,69	5,87	1,48
STT.118B	1183	8,71	5,92	1,47
STT.118B	1184	8,54	6,03	1,42
STT.118B	1185	9,11	5,52	1,65
STT.118B	1186	8,60	5,23	1,64
STT.118B	1187	9,05	6,17	1,47
STT.118B	1188	8,53	5,60	1,52
STT.118B	1189	8,19	5,54	1,48
STT.118B	1190	8,69	4,80	1,81
STT.118B	1191	9,02	6,23	1,45
STT.118B	1192	8,45	4,96	1,70
STT.118B	1193	8,19	5,01	1,63
STT.118B	1194	10,04	6,16	1,63
STT.118B	1195	8,66	4,84	1,79
STT.118B	1196	10,07	5,84	1,72
STT.118B	1197	8,27	5,64	1,47
STT.118B	1198	8,66	5,31	1,63
STT.118B	1199	8,50	5,32	1,60
STT.118B	1200	9,08	5,61	1,62



**Tabla 4.- *Crepidolithus granulatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
1SAD,52,1	1	6,3	3,8
1SAD,52,1	2	7,1	4,3
1SAD,52,1	3	6,8	4,1
1SAD,52,1	4	6,2	3,9
1SAD,52,1	5	5,6	3,3
1SAD,52,1	6	8,1	4,9
1SAD,52,1	7	7,4	4,5
1SAD,52,1	8	6,9	3,9
1SAD,52,1	9	7,8	4,3
1SAD,52,1	10	6,4	3,8
2SAD,8T	11	7,3	4,8
2SAD,8T	12	8,9	5,7
2SAD,8T	13	6,8	4,1
2SAD,8T	14	7,1	4,4
2SAD,8T	15	7,5	4,6
2SAD,8T	16	6,5	3,7
2SAD,8T	17	7,5	4,7
2SAD,8T	18	6,3	3,8
2SAD,8T	19	5,9	3,4
2SAD,8T	20	7,3	4,6
2SAD,8T	21	6,2	3,9
2SAD,8T	22	7,1	4,5
2SAD,8T	23	6,4	3,8
2SAD,8T	24	5,7	3,4
2SAD,8T	25	6,4	3,7
2SAD,8T	26	8,2	5,1
2SAD,8T	27	7,2	4,4
2SAD,8T	28	6,5	5,3
2SAD,8T	29	7,6	4,8
2SAD,8T	30	6,9	4,2

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	8,9	5,6	6,9
Anchura (Width)	5,7	3,3	4,3

Tabla 5.- *Crepidolithus plienschachensis*

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
TUD.239	1	7,3	5,3
TUD.239	2	6,3	4,2
TUD.239	3	6,9	4,5
TUD.239	4	6,4	4,3
TUD.239	5	7,1	5,1
TUD.239	6	7,8	5,4
TUD.239	7	8,3	5,9
TUD.239	8	6,6	4,3
TUD.239	9	7,1	4,7
TUD.239	10	5,4	3,8
TUD.239	11	6,6	4,3
TUD.239	12	7,8	5,4
TUD.239	13	7,1	5,3
TUD.239	14	6,7	5,2
TUD.239	15	6,4	4,9
TUD.239	16	6,3	4,1
TUD.239	17	6,9	4,6
TUD.239	18	5,9	4,1
TUD.239	19	6,5	4,2
TUD.239	20	7,2	5,1
TUD.239	21	5,2	3,9
TUD.239	22	7,6	5,5
TUD.239	23	6,4	4,7
TUD.239	24	6,6	4,5
TUD.239	25	7,2	5,1
TUD.263C	26	7,4	4,6
TUD.263C	27	6,6	4,1
TUD.263C	28	7,9	5,9
TUD.263C	29	7,2	5,3
TUD.263C	30	6,9	4,5
TUD.263C	31	6,3	5,5
TUD.263C	32	6,2	4,3
TUD.263C	33	6,5	4,7
TUD.263C	34	7,3	5,4
TUD.263C	35	6,2	4,1
TUD.263C	36	7,6	5,3
TUD.263C	37	6,8	4,9
TUD.263C	38	6,6	4,8
TUD.263C	39	6,3	4,5
TUD.263C	40	6,8	4,8
TUD.263C	41	6,1	3,9
TUD.263C	42	5,9	3,9
TUD.263C	43	5,7	3,8
TUD.263C	44	5,9	4,1
TUD.263C	45	6,7	4,3
TUD.263C	46	6,8	4,6
TUD.263C	47	6,1	3,8
TUD.263C	48	6,7	4,2
TUD.263C	49	5,9	3,9
TUD.263C	50	6,2	4,3

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	8,3	5,2	6,7
Anchura (Width)	5,9	3,8	4,7

Tabla 6.- *Crepidolithus* sp. 1

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
TUD.257B	1	5,9	3,7
TUD.257B	2	6,8	4,7
TUD.257B	3	6,7	4,6
TUD.257B	4	6,3	4,1
TUD.257B	5	7,2	5,2
TUD.257B	6	8,1	5,8
TUD.257B	7	6,9	4,5
TUD.257B	8	6,4	4,2
TUD.257B	9	7,1	4,7
TUD.257B	10	5,8	3,8
TUD.257B	11	6,9	4,8
TUD.257B	12	8,0	5,8
TUD.257B	13	7,4	4,3
TUD.257B	14	6,9	4,7
TUD.257B	15	6,5	4,6
TUD.257B	16	6,3	4,1
TUD.257B	17	6,9	4,6
TUD.257B	18	7,3	5,2
TUD.257B	19	5,2	3,2
TUD.257B	20	7,2	5,1
TUD.257B	21	6,5	4,1
TUD.257B	22	7,3	5,4
TUD.257B	23	6,7	4,8
TUD.257B	24	5,9	4,1
TUD.257B	25	7,2	4,7
TUD.281+7	26	6,6	4,5
TUD.281+7	27	7,1	4,3
TUD.281+7	28	8,1	5,8
TUD.281+7	29	7,4	4,5
TUD.281+7	30	6,9	4,5
TUD.281+7	31	6,6	4,2
TUD.281+7	32	5,9	3,4
TUD.281+7	33	6,1	4,2
TUD.281+7	34	6,5	4,6
TUD.281+7	35	6,2	4,1
TUD.281+7	36	7,3	5,1
TUD.281+7	37	7,5	5,4
TUD.281+7	38	6,4	4,3
TUD.281+7	39	6,2	4,1
TUD.281+7	40	6,6	4,5
TUD.281+7	41	5,6	3,7
TUD.281+7	42	6,4	4,2
TUD.281+7	43	5,7	3,7
TUD.281+7	44	6,4	4,2
TUD.281+7	45	6,6	4,5
TUD.281+7	46	6,9	4,7
TUD.281+7	47	6,2	4,0
TUD.281+7	48	7,3	5,1
TUD.281+7	49	5,7	3,4
TUD.281+7	50	6,8	4,6

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	8,1	5,2	6,7
Anchura (Width)	5,8	3,2	4,5

Tabla 7.- *Tubirhabdus patulus*

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
ER.605	1	5,2	3,1
ER.605	2	6,2	3,9
ER.605	3	5,4	3,2
ER.605	4	5,9	3,7
ER.605	5	6,4	4,1
ER.605	6	5,6	3,3
ER.605	7	6,9	4,3
ER.605	8	6,1	3,6
ER.605	9	5,8	3,7
ER.605	10	5,3	3,5
ER.605	11	5,6	3,4
ER.605	12	4,5	2,9
ER.605	13	5,9	3,7
ER.605	14	5,6	3,4
ER.605	15	5,5	3,2
ER.605	16	6,1	4,2
ER.605	17	5,7	3,4
ER.605	18	6,3	4,4
ER.605	19	5,3	3,5
ER.605	20	5,4	3,2
ER.605	21	5,9	3,7
ER.605	22	6,3	3,9
ER.605	23	4,3	2,5
ER.605	24	5,8	3,9
ER.605	25	6,3	4,1
ER.615	26	4,0	2,6
ER.615	27	5,6	3,6
ER.615	28	4,3	2,9
ER.615	29	6,1	3,6
ER.615	30	4,7	3,1
ER.615	31	4,9	3,3
ER.615	32	5,8	3,6
ER.615	33	5,4	3,4
ER.615	34	5,1	3,5
ER.615	35	4,9	3,2
ER.615	36	6,3	3,9
ER.615	37	6,5	3,5
ER.615	38	5,7	3,4
ER.615	39	5,5	3,6
ER.615	40	5,6	3,4
ER.615	41	6,1	3,9
ER.615	42	5,9	3,7
ER.615	43	4,9	3,2
ER.615	44	5,5	3,5
ER.615	45	6,3	4,1
ER.615	46	5,4	3,7
ER.615	47	5,6	3,6
ER.615	48	4,6	3,1
ER.615	49	5,8	3,5
ER.615	50	5,7	4,0

	Máxima Maximum	Minima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	6,9	4	5,6
Anchura (Width)	4,4	2,5	3,5

**Tabla 8.- *Calcivascularis jansae***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Longitud espina Spine height		Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
1SAD.96	1	4,4	3,1	5,2				
1SAD.96	2	4,2	2,9	4,8				
1SAD.96	3	3,9	2,5	4,5				
1SAD.96	4	4,8	3,1	5,3				
1SAD.96	5	4,1	2,4	4,9				
1SAD.96	6	3,8	2,3	4,5				
1SAD.96	7	3,6	2,4	4,4				
1SAD.96	8	4,3	2,8	5,2				
1SAD.96	9	4,1	2,6	4,9				
1SAD.96	10	4,7	3,1	5,3				
1SAD.96	11	4,8	2,9	5,6				
1SAD.96	12	3,4	2,2	4,0				
1SAD.96	13	5,1	3,5	5,7				
1SAD.96	14	4,7	3,2	5,3				
1SAD.96	15	4,2	2,8	4,8				
1SAD.96	16	4,1	2,3	4,6				
1SAD.96	17	3,9	2,5	4,5				
1SAD.96	18	4,2	2,7	4,9				
1SAD.96	19	5,0	3,3	5,9				
1SAD.96	20	4,5	2,7	5,0				
1SAD.96	21	4,7	2,9	5,2				
1SAD.96	22	4,1	2,6	4,7				
1SAD.96	23	3,9	2,3	4,5				
1SAD.96	24	4,3	2,7	4,9				
1SAD.96	25	3,5	2,3	4,1				
1SAD.101C	26	4,6	2,8	5,4				
1SAD.101C	27	4,1	2,5	4,7				
1SAD.101C	28	4,3	2,6	4,8				
1SAD.101C	29	3,2	2,1	3,8				
1SAD.101C	30	3,8	2,5	4,3				
1SAD.101C	31	4,5	2,8	5,1				
1SAD.101C	32	4,1	2,7	4,7				
1SAD.101C	33	3,9	2,3	4,4				
1SAD.101C	34	5,0	2,6	5,6				
1SAD.101C	35	4,7	2,5	5,3				
1SAD.101C	36	5,1	2,6	6,2				
1SAD.101C	37	4,6	2,8	5,4				
1SAD.101C	38	4,3	2,7	5,1				
1SAD.101C	39	4,1	2,4	4,9				
1SAD.101C	40	4,9	3,2	5,6				
1SAD.101C	41	3,6	2,3	4,4				
1SAD.101C	42	4,4	2,6	5,0				
1SAD.101C	43	4,7	2,8	5,3				
1SAD.101C	44	3,6	2,2	4,7				
1SAD.101C	45	3,9	2,4	4,8				
1SAD.101C	46	4,1	2,6	4,9				
1SAD.101C	47	4,2	2,7	5,0				
1SAD.101C	48	4,6	2,9	5,2				
1SAD.101C	49	3,9	2,4	4,7				
1SAD.101C	50	4,3	2,8	5,1				

Longitud (Length)	5,1	3,2	4,3					
Anchura (Width)	3,5	2,1	2,7					
Longitud espina (Spine height)	6,2	3,8	4,9					

**Tabla 9.- *Crucirhabdus minutus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
TUD.245B	1	2,1	1,6
TUD.245B	2	1,6	1,5
TUD.245B	3	1,8	1,3
TUD.245B	4	1,6	1,5
TUD.245B	5	1,7	1,3
TUD.245B	6	1,8	1,5
TUD.245B	7	1,9	1,4
TUD.245B	8	1,7	1,3
TUD.245B	9	1,9	1,5
TUD.245B	10	2,0	1,6
STT.69T	11	1,8	1,4
STT.69T	12	1,9	1,5
STT.69T	13	1,6	1,2
STT.69T	14	2,2	1,8
STT.69T	15	1,7	1,3
STT.69T	16	1,6	1,2
STT.69T	17	1,8	1,3
STT.69T	18	1,9	1,4
STT.69T	19	1,6	1,2
STT.69T	20	1,8	1,4

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	2,2	1,6	1,8
Anchura (Width)	1,8	1,2	1,4

**Tabla 10.- *Crucirhabdus primulus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
1SAD.96	1	5,1	3,1
1SAD.96	2	4,9	2,9
1SAD.96	3	4,6	2,6
1SAD.96	4	3,9	2,2
1SAD.96	5	4,5	2,7
1SAD.96	6	4,3	2,2
1SAD.96	7	4,7	2,7
1SAD.96	8	5,2	3,1
1SAD.96	9	4,5	2,6
1SAD.96	10	4,9	2,9
1SAD.96	11	5,3	3,2
1SAD.96	12	6,1	4,2
1SAD.96	13	5,5	3,7
1SAD.96	14	4,9	3,1
1SAD.96	15	4,9	2,9
1SAD.96	16	4,6	2,8
1SAD.96	17	3,2	2,1
1SAD.96	18	5,3	3,4
1SAD.96	19	4,6	2,8
1SAD.96	20	4,2	2,6
1SAD.96	21	5,3	3,5
1SAD.96	22	5,2	3,3
1SAD.96	23	4,4	2,6
1SAD.96	24	4,9	2,8
1SAD.96	25	4,6	2,7
1SAD.103	26	3,8	2,2
1SAD.103	27	4,1	2,4
1SAD.103	28	4,3	2,6
1SAD.103	29	5,3	3,6
1SAD.103	30	4,9	2,9
1SAD.103	31	5,2	3,4
1SAD.103	32	4,6	2,7
1SAD.103	33	3,6	2,3
1SAD.103	34	5,3	2,8
1SAD.103	35	4,9	2,6
1SAD.103	36	5,2	2,8
1SAD.103	37	4,9	2,7
1SAD.103	38	5,2	3,7
1SAD.103	39	4,7	2,8
1SAD.103	40	5,3	3,2
1SAD.103	41	4,8	2,7
1SAD.103	42	5,3	3,6
1SAD.103	43	4,5	2,8
1SAD.103	44	4,1	2,3
1SAD.103	45	5,2	2,7
1SAD.103	46	4,7	2,6
1SAD.103	47	5,5	3,1
1SAD.103	48	4,6	2,8
1SAD.103	49	5,3	3,4
1SAD.103	50	5,6	3,6

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud espina Spine height
1SAD.96	51	5,8
1SAD.96	52	6,5
1SAD.96	53	4,9
1SAD.96	54	5,1
1SAD.96	55	6,2
1SAD.96	56	4,8
1SAD.96	57	5,1
1SAD.98C	58	6,4
1SAD.98C	59	5,2
1SAD.98C	60	4,9
1SAD.98C	61	5,6
1SAD.98C	62	5,1
1SAD.103	63	5,2
1SAD.103	64	6,3
1SAD.103	65	5,9
1SAD.103	66	5,5
1SAD.103	67	4,9
1SAD.103	68	5,1
1SAD.103	69	5,0
1SAD.103	70	6,5

	Máxima Maximum	Minima Minimum	Media Mean
Longitud Length	6,5	3,2	4,8
Anchura Width	4,2	2,1	2,9
Longitud espina Spine height	6,7	4,8	5,4

Tabla 11.- *Mitrolithus elegans*

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Muestra Sample	Individuo Specimen	Altura cocolito Coccolith height	Longitud espina Spine height	Diámetro espina Spine diameter
TUD.239	1	6,1	4,2	TUD.239	1	2,3	4,7	3,8
TUD.239	2	5,3	3,7	TUD.239	2	2,9	5,8	4,7
TUD.239	3	5,1	3,5	TUD.239	3	3,1	6,2	5,4
TUD.239	4	6,2	4,5	TUD.239	4	2,2	4,7	3,8
TUD.239	5	5,9	4,6	TUD.239	5	1,9	4,2	3,3
TUD.239	6	5,5	4,2	TUD.239	6	2,3	4,5	3,7
TUD.239	7	5,2	3,8	TUD.239	7	2,6	5,1	3,9
TUD.239	8	4,9	3,4	TUD.239	8	2,8	5,6	4,5
TUD.239	9	4,5	3,1	TUD.239	9	2,0	4,4	3,7
TUD.239	10	4,1	2,8	TUD.239	10	2,5	5,2	4,1
TUD.239	11	5,2	3,5	TUD.239	11	2,9	5,8	4,6
TUD.239	12	5,4	3,7	TUD.239	12	3,1	6,1	5,1
TUD.239	13	5,8	4,2	TUD.239	13	2,8	5,9	4,8
TUD.239	14	4,9	3,5	TUD.239	14	2,7	5,3	4,3
TUD.239	15	4,6	3,2	TUD.239	15	2,5	5,4	4,2
TUD.239	16	5,1	3,4	TUD.239	16	2,3	4,8	3,6
TUD.239	17	3,9	2,8	TUD.239	17	2,8	5,8	4,9
TUD.239	18	5,3	4	TUD.239	18	2,2	4,7	3,8
TUD.239	19	4,6	3,3	TUD.239	19	2,7	5,2	4,3
TUD.239	20	3,5	2,8	TUD.281+7	20	2,5	4,8	3,7
TUD.239	21	4,2	2,9	TUD.281+7	21	3,2	6,5	5,6
TUD.239	22	5,4	3,8	TUD.281+7	22	2,9	5,8	4,7
TUD.239	23	5,8	4,5	TUD.281+7	23	2,7	5,3	4,5
TUD.239	24	4,9	3,3	TUD.281+7	24	2,4	5,1	4,1
TUD.239	25	5,3	3,8	TUD.281+7	25	3,0	6,2	5,1
TUD.281+7	26	5,4	3,6	TUD.281+7	26	2,8	5,6	4,7
TUD.281+7	27	4,6	2,9	TUD.281+7	27	2,5	5,2	4,1
TUD.281+7	28	4,4	2,7	TUD.281+7	28	2,3	4,7	3,8
TUD.281+7	29	4,2	2,8	TUD.281+7	29	2,9	5,7	4,8
TUD.281+7	30	5,3	3,6	TUD.281+7	30	2,4	5,1	3,9
TUD.281+7	31	5,8	4,2					
TUD.281+7	32	5,6	4					
TUD.281+7	33	5,1	3,5					
TUD.281+7	34	4,7	3,1					
TUD.281+7	35	6,5	5,1					
TUD.281+7	36	5,8	4,4					
TUD.281+7	37	4,5	3,1					
TUD.281+7	38	4,8	3,2					
TUD.281+7	39	5,1	3,7					
TUD.281+7	40	5,3	3,8					
TUD.281+7	41	5,5	4,1					
TUD.281+7	42	5,8	4,4					
TUD.281+7	43	4,9	3,6					
TUD.281+7	44	4,3	2,9					
TUD.281+7	45	5,7	4,1					
TUD.281+7	46	6,9	5,3					
TUD.281+7	47	5,6	4					
TUD.281+7	48	4,8	3,2					
TUD.281+7	49	4,3	2,9					
TUD.281+7	50	5,2	4,1					

	Máxima Maximum	Minima Minimum	Media Mean
Longitud Length	6,9	3,5	5,1
Anchura Width	5,3	2,7	3,7
Altura cocolito Coccolith height	3,2	1,9	2,6
Longitud espina Spine height	6,5	4,2	5,3
Diámetro espina Spine diameter	5,6	3,3	4,3



Tabla 12.- *Mitrolithus lenticularis*

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
3CM.82	1	4,9	2,9
3CM.82	2	4,5	2,6
3CM.82	3	4,8	3,1
3CM.82	4	5,2	3,5
3CM.82	5	4,7	3,1
3CM.82	6	4,2	2,7
3CM.82	7	5,3	3,3
3CM.82	8	6,3	4,3
3CM.82	9	4,2	2,6
3CM.82	10	4,7	2,7
3CM.82	11	4,9	2,9
3CM.82	12	5,4	3,4
3CM.82	13	4,8	3,3
3CM.82	14	5,3	3,3
3CM.82	15	5,5	3,6
3CM.126B	16	5,6	4,2
3CM.126B	17	3,9	2,5
3CM.126B	18	4,7	2,9
3CM.126B	19	5,4	3,5
3CM.126B	20	5,1	3,4
3CM.126B	21	3,7	2,4
3CM.126B	22	4,9	2,8
3CM.126B	23	4,5	2,4
3CM.126B	24	5,3	2,9
3CM.126B	25	4,8	3,3
3CM.126B	26	4,8	2,9
3CM.126B	27	5,4	3,4
3CM.126B	28	4,8	3,1
3CM.126B	29	4,9	3,1
3CM.126B	30	4,3	2,9

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud espina Spine height
3CM.82	31	4,5
3CM.82	32	4,1
3CM.82	33	3,3
3CM.82	34	3,7
3CM.126B	35	3,9
3CM.126B	36	3,5
3CM.126B	37	3,9
3CM.126B	38	4,3
3CM.126B	39	4,7
3CM.126B	40	4,1
3CM.126B	41	2,9
3CM.126B	42	3,1
3CM.126B	43	3,3
3CM.126B	44	4,5
3CM.126B	45	4,1
3CM.126B	46	3,9
3CM.126B	47	3,6
3CM.126B	48	3,4
3CM.126B	49	3,3
3CM.126B	50	3,8

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud Length	6,3	3,7	4,9
Anchura Width	4,3	2,4	3,1
Longitud espina Spine height	4,7	2,9	3,8

Tabla 13.- *Parhabdolithus liasicus distinctus*

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
TUD.249T	1	6,4	3,6
TUD.249T	2	6,1	3,4
TUD.249T	3	5,9	3,2
TUD.249T	4	5,2	3,1
TUD.249T	5	5,3	3,5
TUD.249T	6	4,6	2,6
TUD.249T	7	6,5	4,1
TUD.249T	8	5,8	3,7
TUD.249T	9	6,1	3,5
TUD.249T	10	5,9	3,3
TUD.249T	11	5,1	2,8
TUD.249T	12	4,8	2,6
TUD.249T	13	6,4	4,1
TUD.249T	14	5,9	3,8
TUD.249T	15	5,8	3,9
TUD.249T	16	6,3	4,0
TUD.249T	17	5,9	3,6
TUD.249T	18	5,1	3,2
TUD.249T	19	4,8	3,1
TUD.249T	20	5,3	3,3
TUD.249T	21	5,4	2,6
TUD.249T	22	5,1	3,1
TUD.249T	23	4,3	2,4
TUD.249T	24	6,8	4,1
TUD.249T	25	6,4	4,0
TUD.249T	26	5,9	3,2
TUD.249T	27	5,2	3,4
TUD.249T	28	4,8	2,7
TUD.249T	29	5,3	3,4
TUD.249T	30	5,7	3,3
TUD.369	31	5,2	3,2
TUD.369	32	4,9	2,5
TUD.369	33	5,1	2,7
TUD.369	34	4,5	2,6
TUD.369	35	4,8	3,1
TUD.369	36	5,6	3,6
TUD.369	37	5,2	3,2
TUD.369	38	5,8	3,7
TUD.369	39	6,2	4,0
TUD.369	40	5,7	3,6
TUD.369	41	5,2	3,3
TUD.369	42	5,8	3,7
TUD.369	43	5,9	3,4
TUD.369	44	5,1	2,9
TUD.369	45	5,9	3,8
TUD.369	46	5,2	3,5
TUD.369	47	4,7	2,9
TUD.369	48	5,8	3,7
TUD.369	49	4,9	2,8
TUD.369	50	5,3	3,6

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud espina Spine height
TUD.249T	51	10,5
TUD.249T	52	8,7
TUD.249T	53	9,4
TUD.249T	54	10,8
TUD.249T	55	11,2
TUD.249T	56	8,9
TUD.369	57	8,2
TUD.369	58	7,8
TUD.369	59	6,9
TUD.369	60	9,8

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud Length	6,8	4,3	5,5
Anchura Width	4,1	2,4	3,3
Longitud espina Spine height	11,2	6,9	9,2

**Tabla 14.- *Parhabdolithus liasicus liasicus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width		Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
TUD.355B	1	5,1	2,9	Longitud (Length)	6,3	3,8	5,1
TUD.355B	2	4,8	2,7	Anchura (Width)	3,9	1,8	2,9
TUD.355B	3	5,3	3,1				
TUD.355B	4	5,4	3,3				
TUD.355B	5	5,1	2,9				
TUD.355B	6	4,3	2,4				
TUD.355B	7	4,8	2,9				
TUD.355B	8	5,6	3,2				
TUD.355B	9	5,2	2,8				
TUD.355B	10	4,7	2,8				
TUD.355B	11	5,8	3,6				
TUD.355B	12	4,9	2,9				
TUD.355B	13	6,3	3,9				
TUD.355B	14	5,6	3,2				
TUD.355B	15	5,1	2,7				
TUD.355B	16	4,6	2,4				
TUD.355B	17	3,8	1,8				
TUD.355B	18	5,3	3,2				
TUD.355B	19	4,9	2,8				
TUD.355B	20	4,3	2,4				
TUD.355B	21	5,7	3,3				
TUD.355B	22	4,3	2,8				
TUD.355B	23	4,5	2,4				
TUD.355B	24	4,8	2,9				
TUD.355B	25	5,7	3,2				
TUD.379C	26	4,6	2,8				
TUD.379C	27	5,1	2,9				
TUD.379C	28	4,3	2,6				
TUD.379C	29	5,2	3,5				
TUD.379C	30	5,4	2,8				
TUD.379C	31	5,5	3,1				
TUD.379C	32	4,6	2,7				
TUD.379C	33	3,9	1,9				
TUD.379C	34	5,2	2,7				
TUD.379C	35	4,9	2,5				
TUD.379C	36	5,3	2,9				
TUD.379C	37	4,9	2,7				
TUD.379C	38	5,7	3,1				
TUD.379C	39	4,9	2,9				
TUD.379C	40	5,1	2,7				
TUD.379C	41	5,8	3,3				
TUD.379C	42	5,7	3,8				
TUD.379C	43	5,9	3,3				
TUD.379C	44	4,6	2,8				
TUD.379C	45	5,8	3,1				
TUD.379C	46	4,6	2,9				
TUD.379C	47	5,4	3,6				
TUD.379C	48	4,7	2,4				
TUD.379C	49	5,1	2,6				
TUD.379C	50	5,4	3,1				

**Tabla 15.- *Parhabdolithus robustus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Altura cocolito Coccolith height	Longitud espina Spine height	Diámetro espina Spine diameter
ER.377	1	2,6	1,1	2,0
ER.377	2	3,1	1,3	2,5
ER.377	3	2,8	0,9	2,4
ER.377	4	2,2	0,7	1,6
ER.377	5	3,2	1,2	2,8
ER.377	6	2,6	0,8	1,9
ER.377	7	2,4	0,7	1,7
ER.377	8	3,4	1,5	2,6
ER.377	9	2,8	0,9	2,2
ER.377	10	2,6	1,1	2,2
ER.377	11	2,3	0,8	1,9
ER.377	12	3,5	1,7	3,0
ER.377	13	2,8	0,8	2,3
ER.377	14	3,2	1,4	2,9
ER.377	15	2,9	1,1	2,4
ER.377	16	2,7	0,9	2,1
ER.377	17	2,8	1,2	2,2
ER.377	18	3,5	1,8	2,4
ER.377	19	2,5	0,8	2,1
ER.471	20	3,8	2,2	3,2
ER.471	21	2,4	1,2	1,7
ER.471	22	2,8	1,1	2,4
ER.471	23	2,7	0,8	2,1
ER.471	24	2,6	0,9	1,9
ER.471	25	3,1	1,6	2,5
ER.471	26	2,9	1,1	2,3
ER.471	27	2,2	0,6	1,6
ER.471	28	2,0	0,7	1,3
ER.471	29	3,1	1,3	2,5
ER.471	30	2,5	0,9	2,2

	Máxima Maximum	Minima minimum	Media Mean
Altura cocolito Coccolith height	3,8	2	2,8
Longitud espina Spine height	2,2	0,6	1,1
Diámetro espina Spine diameter	3,2	1,3	2,2

**Tabla 16.- *Biscutum dubium***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
3CM.48	1	3,5	1,9
3CM.48	2	3,6	2,1
3CM.48	3	3,3	1,6
3CM.48	4	3,2	1,5
3CM.48	5	4,1	3,3
3CM.48	6	2,9	1,5
3CM.48	7	3,4	1,9
3CM.48	8	3,8	2,3
3CM.48	9	3,5	1,8
3CM.48	10	3,9	2,2
3CM.48	11	4,1	2,6
3CM.48	12	3,8	2,1
3CM.48	13	3,6	1,9
3CM.48	14	3,5	1,8
3CM.48	15	3,7	2,2
3CM.48	16	3,1	1,7
3CM.48	17	3,2	1,9
3CM.48	18	3,9	2,1
3CM.48	19	2,8	1,6
3CM.48	20	3,1	1,7
3CM.48	21	2,9	1,6
3CM.48	22	3,3	1,8
3CM.48	23	3,4	1,9
3CM.48	24	3,1	1,6
3CM.48	25	2,8	1,8
3CM.60B	26	2,6	1,5
3CM.60B	27	3,1	1,8
3CM.60B	28	3,4	1,9
3CM.60B	29	2,9	1,4
3CM.60B	30	3,2	1,7
3CM.60B	31	3,7	2,1
3CM.60B	32	4,0	2,2
3CM.60B	33	3,6	2,0
3CM.60B	34	3,2	1,7
3CM.60B	35	3,1	1,7
3CM.60B	36	4,1	2,6
3CM.60B	37	2,9	1,6
3CM.60B	38	3,4	1,9
3CM.60B	39	2,7	1,6
3CM.60B	40	3,3	1,9
3CM.60B	41	3,2	1,8
3CM.60B	42	4,0	2,7
3CM.60B	43	3,1	1,7
3CM.60B	44	3,6	2,5
3CM.60B	45	3,4	2,2
3CM.60B	46	3,1	1,9
3CM.60B	47	2,9	1,6
3CM.60B	48	3,5	2,1
3CM.60B	49	3,2	2,0
3CM.60B	50	3,6	2,1

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	4,1	2,6	3,4
Anchura (Width)	3,3	1,4	1,9

**Tabla 17.- *Biscutum finchii***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
3CM.110	1	6,2	4,8
3CM.110	2	6,3	4,6
3CM.110	3	6,5	5,1
3CM.110	4	5,4	4,2
3CM.110	5	5,8	4,6
3CM.110	6	6,2	4,8
3CM.110	7	6,9	5,6
3CM.110	8	6,7	5,4
3CM.110	9	6,2	5,1
3CM.110	10	6,1	4,8
3CM.110	11	5,9	4,7
3CM.110	12	6,2	4,8
3CM.110	13	5,9	4,5
3CM.110	14	5,8	4,2
3CM.110	15	5,9	4,5
3CM.110	16	6,5	5,1
3CM.110	17	6,4	4,8
3CM.110	18	7,3	5,8
3CM.110	19	6,9	5,4
3CM.110	20	6,4	5,1
3CM.110	21	6,8	5,2
3CM.110	22	7,5	6,1
3CM.110	23	6,9	5,5
3CM.182P	24	6,5	5,2
3CM.182P	25	7,8	6,3
3CM.182P	26	5,7	4,5
3CM.182P	27	5,9	4,6
3CM.182P	28	6,3	4,5
3CM.182P	29	6,7	5,1
3CM.182P	30	5,9	4,3
3CM.182P	31	5,5	3,8
3CM.182P	32	6,3	4,9
3CM.182P	33	4,9	3,8
3CM.182P	34	5,6	4,2
3CM.182P	35	6,1	4,9
3CM.182P	36	6,5	5,3
3CM.182P	37	6,2	4,7
3CM.182P	38	5,8	4,4
3CM.182P	39	6,2	4,9
3CM.182P	40	5,6	4,3
3CM.182P	41	5,3	3,8
3CM.182P	42	7,8	6,3
3CM.182P	43	6,8	5,5
3CM.182P	44	5,8	4,4
3CM.182P	45	6,3	4,9
3CM.182P	46	6,1	4,7
3CM.182P	47	5,8	4,5
3CM.182P	48	5,9	4,4
3CM.182P	49	6,2	4,8
3CM.182P	50	5,8	4,7

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	7,8	4,9	6,2
Anchura (Width)	6,3	3,8	4,8

**Tabla 18.- *Biscutum grande***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
TUD.361	1	7,4	6,2
TUD.361	2	7,6	6,4
TUD.361	3	7,8	6,7
TUD.361	4	6,5	5,5
TUD.361	5	7,1	5,8
TUD.361	6	7,3	6,1
TUD.361	7	8,3	7,2
TUD.361	8	8,7	7,3
TUD.361	9	7,6	6,5
TUD.361	10	7,4	6,3
TUD.361	11	7,1	5,9
TUD.361	12	6,8	5,8
TUD.361	13	6,9	5,9
TUD.361	14	7,4	6,3
TUD.361	15	7,7	6,8
TUD.361	16	7,6	6,5
TUD.361	17	7,5	6,1
TUD.361	18	8,5	7,1
3CM.58P	19	8,3	6,8
3CM.58P	20	7,1	5,7
3CM.58P	21	6,9	5,6
3CM.58P	22	7,3	5,9
3CM.58P	23	6,9	5,4
3CM.58P	24	7,1	5,8
3CM.58P	25	7,4	6,0
3CM.58P	26	6,8	5,6
3CM.58P	27	7,1	5,9
3CM.58P	28	6,9	5,8
3CM.58P	29	7,5	6,2
3CM.58P	30	7,7	6,3
3CM.58P	31	6,3	5,2
3CM.58P	32	7,4	6,2
3CM.58P	33	6,1	4,9
3CM.58P	34	7,3	6,2
3CM.58P	35	8,2	6,7
3CM.58P	36	7,5	6,0
3CM.58P	37	7,9	6,3
3CM.58P	38	8,9	7,3
3CM.58P	39	7,6	6,6
3CM.58P	40	9,8	7,1
3CM.58P	41	8,5	6,8
3CM.58P	42	7,3	6,2
3CM.58P	43	6,9	5,9
3CM.58P	44	7,9	6,3
3CM.58P	45	8,5	7,0
3CM.58P	46	7,3	6,2
3CM.58P	47	7,1	5,9
3CM.58P	48	8,2	6,6
3CM.58P	49	6,9	5,9
3CM.58P	50	7,5	6,3

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	9,8	6,1	7,5
Anchura (Width)	7,3	4,9	6,2

**Tabla 19.- *Biscutum intermedium***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
3CM.214P	1	5,9	4,7
3CM.214P	2	6,1	4,4
3CM.214P	3	5,7	4,3
3CM.214P	4	4,9	3,9
3CM.214P	5	5,3	4,0
3CM.214P	6	5,9	4,5
3CM.214P	7	6,3	4,9
3CM.214P	8	5,8	4,4
3CM.214P	9	6,8	5,3
3CM.214P	10	5,8	4,3
3CM.214P	11	6,1	4,6
3CM.214P	12	6,7	5,2
3CM.214P	13	6,2	5,3
3CM.214P	14	5,8	4,8
3CM.214P	15	4,9	3,9
3CM.214P	16	5,8	4,3
3CM.214P	17	5,3	4,2
3CM.214P	18	6,4	5,1
3CM.214P	19	6,7	5,2
3CM.214P	20	5,8	4,9
3CM.214P	21	5,4	4,3
3CM.214P	22	6,3	4,8
3CM.214P	23	4,8	4,1
WR.31	24	5,9	4,3
WR.31	25	6,1	4,7
WR.31	26	5,8	4,5
WR.31	27	5,6	4,2
WR.31	28	6,2	4,7
WR.31	29	4,9	3,8
WR.31	30	6,2	4,8
WR.31	31	6,4	5,1
WR.31	32	5,8	4,3
WR.31	33	5,6	4,2
WR.31	34	4,8	3,9
WR.31	35	5,9	4,6
WR.31	36	6,3	5,2
WR.31	37	5,9	4,8
WR.31	38	5,5	4,5
WR.31	39	6,3	4,9
WR.31	40	5,7	4,7
WR.31	41	6,1	4,6
WR.31	42	5,9	4,4
WR.31	43	5,5	4,2
WR.31	44	5,4	4,0
WR.31	45	6,2	4,8
WR.31	46	4,9	3,9
WR.31	47	5,7	4,4
WR.31	48	5,8	4,7
WR.31	49	6,3	4,8
WR.31	50	5,6	4,2

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	6,8	4,8	5,8
Anchura (Width)	5,3	3,8	4,5



**Tabla 20.- *Biscutum novum***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
WR.21	1	4,8	3,7
WR.21	2	4,9	3,9
WR.21	3	5,1	4,0
WR.21	4	3,9	3,1
WR.21	5	4,4	3,8
WR.21	6	4,8	3,9
WR.21	7	5,3	4,5
WR.21	8	5,1	4,0
WR.21	9	4,9	3,8
WR.21	10	4,5	3,4
WR.21	11	6,1	5,2
WR.21	12	5,9	4,8
WR.21	13	5,8	4,9
WR.21	14	5,6	4,5
WR.21	15	4,9	3,9
WR.21	16	3,9	3,1
WR.21	17	3,5	2,4
WR.21	18	5,3	4,2
WR.21	19	5,8	4,7
WR.21	20	5,1	3,9
WR.21	21	5,0	3,8
WR.21	22	6,4	5,3
WR.21	23	3,9	2,8
WR.21	24	4,9	3,8
WR.21	25	5,2	3,9
WR.35	26	5,1	3,8
WR.35	27	5,5	4,2
WR.35	28	4,9	3,7
WR.35	29	5,0	3,6
WR.35	30	5,2	4,3
WR.35	31	4,6	3,9
WR.35	32	4,4	3,5
WR.35	33	3,8	2,4
WR.35	34	4,9	3,8
WR.35	35	6,1	5,2
WR.35	36	5,1	4,3
WR.35	37	5,3	4,4
WR.35	38	4,9	4,1
WR.35	39	6,1	5,0
WR.35	40	5,4	4,2
WR.35	41	3,7	2,9
WR.35	42	4,6	3,7
WR.35	43	5,2	3,9
WR.35	44	4,9	4,1
WR.35	45	5,4	4,3
WR.35	46	3,8	2,9
WR.35	47	4,6	3,7
WR.35	48	3,9	2,9
WR.35	49	5,1	3,9
WR.35	50	5,7	4,5

	Máxima Maximum	Minima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	6,4	3,5	5,0
Anchura (Width)	5,3	2,4	3,9

Tabla 21.- *Similiscutum avitum*

		Cocolito Coccolith		Area central Central area	
Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
3CM.92	1	4,5	3,5	1,8	1,4
3CM.92	2	3,8	3,2	1,3	1,5
3CM.92	3	3,6	3,4	1,2	1,3
3CM.92	4	4,9	2,9	2,3	1,6
3CM.92	5	3,8	3,1	1,6	1,1
3CM.92	6	4,5	2,7	2,1	0,9
3CM.92	7	3,4	2,5	1,4	1,0
3CM.92	8	4,9	3,3	2,2	1,4
3CM.92	9	5,1	3,5	2,4	1,5
3CM.92	10	3,8	3,4	1,5	1,2
3CM.92	11	4,3	2,9	1,9	1,1
3CM.92	12	4,6	2,8	1,7	1,2
3CM.92	13	4,8	3,1	1,8	1,4
3CM.92	14	4,3	3,0	1,9	1,2
3CM.92	15	4,5	2,9	2,3	1,6
3CM.92	16	3,8	3,3	1,7	1,3
3CM.92	17	3,8	2,7	1,8	0,9
3CM.92	18	4,1	3,6	1,9	1,8
3CM.92	19	3,8	3,5	2,1	1,6
3CM.92	20	3,5	3,1	1,6	1,5
3CM.92	21	3,8	3,2	1,8	1,7
3CM.92	22	3,4	3,0	1,5	1,4
3CM.92	23	4,2	2,8	1,9	1,3
3CM.92	24	3,8	3,2	1,7	1,5
3CM.92	25	3,9	3,1	1,6	1,3
3CM.96	26	4,1	3,5	2,2	1,6
3CM.96	27	3,8	2,9	1,9	0,9
3CM.96	28	3,6	2,5	1,6	1,1
3CM.96	29	3,8	2,7	1,8	1,3
3CM.96	30	4,2	3,4	2,2	2,1
3CM.96	31	3,9	3,1	2,1	1,5
3CM.96	32	4,1	3,2	2,2	1,8
3CM.96	33	3,5	3,1	1,8	1,6
3CM.96	34	4,5	2,9	2,1	1,1
3CM.96	35	3,7	2,7	1,7	1,2
3CM.96	36	3,4	2,5	1,6	1,0
3CM.96	37	3,9	2,5	1,9	1,2
3CM.96	38	3,7	2,6	1,9	1,6
3CM.96	39	4,2	2,8	2,3	1,4
3CM.96	40	4,3	2,6	1,8	1,3
3CM.96	41	3,9	2,5	1,7	1,4
3CM.96	42	3,5	2,7	1,9	1,7
3CM.96	43	3,7	2,8	1,6	1,5
3CM.96	44	3,9	2,9	1,8	1,1
3CM.96	45	4,1	2,7	2,2	1,6
3CM.96	46	4,3	3,1	2,4	1,4
3CM.96	47	3,6	2,5	1,8	1,3

		Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Cocolito Coccolith	Longitud Length	5,1	3,4	4,0
	Anchura Width	3,6	2,5	3,0
Area central Central area	Longitud Length	2,4	1,2	1,9
	Anchura Width	2,1	0,9	1,4

Tabla 22-1.- *Similiscutum cruciulus*

		Cocolito Coccolith		Area central Central area	
Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
TUD.288T	1	4,0	3,4	1,6	1,3
TUD.288T	2	3,4	3,1	1,2	0,9
TUD.288T	3	4,0	3,2	1,8	1,4
TUD.288T	4	3,4	2,8	1,3	1,1
TUD.288T	5	3,2	2,5	1,4	1,2
TUD.288T	6	3,7	2,7	1,3	1,1
TUD.288T	7	3,5	3,1	1,1	0,9
TUD.288T	8	3,4	3,0	1,8	1,4
TUD.288T	9	4,6	3,5	1,6	1,2
TUD.288T	10	3,9	3,3	1,9	1,5
TUD.288T	11	3,1	2,8	1,0	0,8
TUD.288T	12	3,9	2,9	2,1	1,6
TUD.288T	13	3,9	3,2	1,9	1,6
TUD.288T	14	4,0	3,2	1,9	1,7
TUD.288T	15	3,8	2,8	1,5	1,3
TUD.288T	16	3,2	3,1	1,2	1,0
TUD.288T	17	3,2	2,9	1,1	0,8
TUD.288T	18	4,2	3,5	2,1	1,7
TUD.288T	19	4,0	3,3	2,1	1,7
TUD.288T	20	3,9	3,0	2,0	1,5
TUD.288T	21	4,0	3,4	1,9	1,4
TUD.288T	22	4,1	3,2	2,0	1,5
TUD.288T	23	4,0	3,0	2,0	1,7
TUD.288T	24	3,6	3,4	1,9	1,3
TUD.288T	25	3,6	3,2	1,4	1,1
TUD.288T	26	3,7	3,3	1,5	1,2
TUD.288T	27	3,3	2,8	1,3	1,1
TUD.288T	28	3,6	2,9	1,6	1,2
TUD.288T	29	3,9	3,6	1,9	1,5
TUD.288T	30	4,1	3,5	2,0	1,7
TUD.288T	31	3,8	3,2	2,0	1,7
TUD.288T	32	4,1	3,5	2,1	1,8
TUD.288T	33	3,7	2,9	1,7	1,3
TUD.288T	34	3,7	2,8	1,9	1,5
TUD.288T	35	3,8	2,9	1,5	1,2
TUD.288T	36	3,9	3,7	2,0	1,5
TUD.288T	37	4,0	3,6	1,9	1,4
TUD.288T	38	4,2	3,4	2,0	1,6
TUD.288T	39	3,5	3,1	1,6	1,2
TUD.288T	40	3,9	3,3	1,2	0,9
TUD.288T	41	3,3	2,8	1,7	1,2
TUD.288T	42	3,5	3,0	1,5	1,1
TUD.288T	43	3,6	3,1	1,6	1,3
TUD.288T	44	3,4	2,8	1,4	1,0
TUD.288T	45	3,4	3,0	1,4	0,9
TUD.288T	46	4,1	3,6	1,7	1,3
TUD.288T	47	3,9	3,4	1,5	1,2
TUD.288T	48	3,7	3,2	1,8	1,4
TUD.288T	49	3,1	2,7	1,1	0,9
TUD.288T	50	3,6	3,2	2,0	1,6
TUD.327	51	4,0	3,5	1,7	1,3
TUD.327	52	4,0	3,5	1,9	1,4
TUD.327	53	3,2	2,9	1,7	1,3
TUD.327	54	3,2	2,8	1,3	1,0
TUD.327	55	4,1	3,6	1,1	0,8
TUD.327	56	3,8	3,3	2,0	1,5
TUD.327	57	3,6	3,1	2,1	1,7
TUD.327	58	4,0	3,4	1,9	1,4
TUD.327	59	4,1	3,7	2,0	1,7
TUD.327	60	4,0	3,4	1,9	1,4
TUD.327	61	3,6	3,1	2,1	1,8
TUD.327	62	3,5	3,1	1,8	1,5
TUD.327	63	3,9	3,3	1,5	1,2
TUD.327	64	3,7	3,2	1,4	1,2
TUD.327	65	4,0	3,4	1,3	1,0
TUD.327	66	3,8	3,3	1,7	1,3
TUD.327	67	4,0	3,6	1,9	1,7
TUD.327	68	3,7	3,2	1,5	1,2
TUD.327	69	4,0	3,7	1,9	1,5
TUD.327	70	3,3	2,9	2,0	1,7
TUD.327	71	3,7	3,1	1,6	1,2
TUD.327	72	3,9	3,5	1,8	1,4
TUD.327	73	3,8	3,2	1,7	1,2
TUD.327	74	4,0	3,6	2,1	1,7
TUD.327	75	3,7	3,1	2,0	1,6
TUD.327	76	4,0	3,3	1,9	1,5

	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
Groups Grupos	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width
0,2	0	0	0	0
0,4	0	0	0	0
0,6	0	0	0	0
0,8	0	0	0	2
1,0	0	0	1	6
1,2	0	0	5	15
1,4	0	0	12	30
1,6	0	0	13	25
1,8	0	0	23	21
2,0	0	0	26	1
2,2	0	0	20	0
2,4	0	0	0	0
2,6	0	1	0	0
2,8	0	7	0	0
3,0	0	16	0	0
3,2	10	22	0	0
3,4	8	28	0	0
3,6	16	20	0	0
3,8	18	6	0	0
4,0	28	0	0	0
4,2	19	0	0	0
4,4	0	0	0	0
4,6	0	0	0	0
4,8	1	0	0	0
5,0	0	0	0	0

		Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Cocolito Coccolith	Longitud Length	4,6	3,1	3,7
	Anchura Width	3,7	2,5	3,2
Área central Central area	Longitud Length	2,1	1,0	1,7
	Anchura Width	1,8	0,8	1,4

**Tabla 22-2.- *Similiscutum cruciulus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
TUD.327	77	4,1	3,7	2,1	1,8
TUD.327	78	4,0	3,5	1,9	1,4
TUD.327	79	3,3	2,9	1,8	1,4
TUD.327	80	4,0	3,3	1,7	1,3
TUD.327	81	4,1	3,3	2,0	1,8
TUD.327	82	3,5	3,1	1,7	1,3
TUD.327	83	3,9	3,2	1,4	1,1
TUD.327	84	3,4	3,1	1,8	1,5
TUD.327	85	3,7	3,2	2,1	1,8
TUD.327	86	4,1	3,5	1,9	1,6
TUD.327	87	3,8	3,2	1,8	1,4
TUD.327	88	3,6	3,2	1,7	1,3
TUD.327	89	3,1	2,8	1,9	1,4
TUD.327	90	3,7	3,3	2,1	1,8
TUD.327	91	4,0	3,5	2,0	1,5
TUD.327	92	3,9	3,3	1,8	1,3
TUD.327	93	3,1	2,8	2,1	1,7
TUD.327	94	3,2	2,9	1,9	1,5
TUD.327	95	4,0	3,4	1,9	1,5
TUD.327	96	4,1	3,5	1,7	1,3
TUD.327	97	3,6	3,2	1,7	1,4
TUD.327	98	4,0	3,5	1,8	1,5
TUD.327	99	4,2	3,7	2,0	1,8
TUD.327	100	3,6	3,2	1,6	1,3

Tabla 23.- *Similiscutum orbiculus*

		Cocolito Coccolith		Area central Central area	
Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
1SAD.38	1	3,9	3,4	1,5	1,2
1SAD.38	2	3,8	3,2	1,4	1,1
1SAD.38	3	3,7	3,4	1,5	1,3
1SAD.38	4	3,3	2,9	1,3	1,3
1SAD.38	5	3,6	3,2	1,4	1,2
1SAD.38	6	4,1	3,8	1,8	1,4
1SAD.38	7	3,9	3,3	1,6	1,5
1SAD.38	8	3,7	3,1	1,5	1,3
1SAD.38	9	4,3	3,6	1,9	1,5
1SAD.38	10	3,8	3,4	1,4	1,2
1SAD.38	11	3,9	3,2	1,5	1,2
1SAD.38	12	4,1	3,7	1,8	1,5
1SAD.38	13	4,5	3,8	1,9	1,6
1SAD.38	14	3,9	3,2	1,7	1,1
1SAD.38	15	4,3	3,6	1,8	1,5
1SAD.46	16	3,8	3,3	1,6	1,4
1SAD.46	17	3,5	3,1	1,5	1,3
1SAD.46	18	4,5	4,0	1,9	1,6
1SAD.46	19	3,9	3,4	1,8	1,4
1SAD.46	20	3,4	2,9	1,5	1,2
1SAD.46	21	3,6	3,1	1,3	1,1
1SAD.46	22	4,5	4,1	1,7	1,3
1SAD.46	23	3,5	3,2	1,4	1,0
1SAD.46	24	3,8	3,3	1,6	1,3
1SAD.46	25	3,7	3,1	1,8	1,2
1SAD.46	26	4,3	3,8	2,0	1,5
1SAD.46	27	3,5	2,8	1,4	1,0
1SAD.46	28	3,9	3,4	1,7	1,2
1SAD.46	29	4,2	3,9	1,7	1,2
1SAD.46	30	4,6	4,1	1,8	1,4

		Máxima Maximum	Mínima minumum	Media Meam
Cocolito Coccolith	Longitud Length	4,6	3,3	3,9
	Anchura Width	4,1	2,8	3,4
Area central Central area	Longitud Length	2,0	1,3	1,6
	Anchura Width	1,6	1,0	1,3

Tabla 24.- *Calyculus* spp.

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud escudo distal Distal shield height	Anchura escudo distal Distal height withd
WR.43.1	1	5,9	4,6
WR.43.1	2	6,4	5,2
WR.43.1	3	6,3	5,3
WR.43.1	4	6,9	5,7
WR.43.1	5	7,4	6,1
WR.43.1	6	7,9	6,4
WR.43.1	7	6,8	5,2
WR.43.1	8	6,2	4,7
WR.43.1	9	7,8	6,5
WR.43.1	10	7,3	5,8
WR.43.1	11	7,5	6,3
WR.43.1	12	6,5	5,2
WR.43.1	13	6,3	4,8
WR.43.1	14	5,7	4,2
WR.43.1	15	5,9	4,6
WR.43.1	16	6,9	5,6
WR.43.1	17	7,2	5,9
WR.43.1	18	7,8	6,5
WR.43.1	19	6,7	5,6
WR.43.1	20	7,5	6,3
WR.43.1	21	6,1	4,9
WR.43.1	22	5,9	4,5
WR.43.1	23	8,3	6,7
WR.43.5	24	7,8	6,5
WR.43.5	25	6,7	5,6
WR.43.5	26	7,3	5,4
WR.43.5	27	8,2	6,6
WR.43.5	28	6,9	5,6
WR.43.5	29	6,4	5,0
WR.43.5	30	6,2	4,6
WR.43.5	31	7,5	6,2
WR.43.5	32	7,3	6,1
WR.43.5	33	6,8	5,5
WR.43.5	34	7,9	6,6
WR.43.5	35	6,3	5,1
WR.43.5	36	6,7	5,4
WR.43.5	37	5,9	4,7
WR.43.5	38	6,3	5,1
WR.43.5	39	7,6	6,4
WR.43.5	40	8,1	6,8
WR.43.5	41	7,0	5,6
WR.43.5	42	6,7	5,4
WR.43.5	43	6,2	4,9
WR.43.5	44	7,4	6,1
WR.43.5	45	7,1	5,9
WR.43.5	46	7,3	5,6
WR.43.5	47	6,3	4,8
WR.43.5	48	6,1	5,1
WR.43.5	49	7,0	5,4
WR.43.5	50	5,8	4,5

Muestra Sample	Individuo Specimen	Altura cocolito Coccolith height
WR.43.1	51	4,6
WR.43.1	52	3,2
WR.43.1	53	2,8
WR.43.1	54	5,2
WR.43.1	55	3,8
WR.43.1	56	3,8
WR.43.1	57	3,7
WR.43.1	58	4,6
WR.43.1	59	3,2
WR.43.1	60	2,8
WR.43.1	61	4,3
WR.43.1	62	3,9
WR.43.5	63	4,2
WR.43.5	64	4,7
WR.43.5	65	3,7
WR.43.5	66	4,2
WR.43.5	67	3,8
WR.43.5	68	4,1
WR.43.5	69	4,7
WR.43.5	70	2,9
WR.43.5	71	3,5
WR.43.5	72	4,2
WR.43.5	73	3,9
WR.43.5	74	4,1
WR.43.5	75	3,5

	Máx (Max)	Mín (Min)	Med (Mean)
Longitud escudo distal Distal shield height	8,3	5,7	6,9
Anchura escudo distal Distal height withd	6,8	4,2	5,5
Altura cocolito Coccolith height	5,2	2,8	3,9

**Tabla 25.- *Carinolithus cantaluppii***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Diám. escudo proximal Proximal shield diam.	Diám. escudo distal Distal shield diam.	Longitud espina Spine height
WR.47	1	2,4	3,9	9,3
WR.47	2	2,6	4,0	9,7
WR.47	3	2,1	4,2	8,5
WR.47	4	2,7	4,0	9,8
WR.47	5	2,9	4,2	9,9
WR.47	6	2,6	3,7	9,5
WR.47	7	2,3	3,4	9,1
WR.47	8	2,2	3,2	8,7
WR.47	9	2,5	3,9	9,4
WR.55	10	2,1	3,3	8,7
WR.55	11	2,4	3,8	9,3
WR.55	12	2,2	3,4	8,9
WR.55	13	2,3	3,6	8,7
WR.55	14	2,9	4,1	9,7
WR.55	15	2,1	3,1	8,8

	Máx (Max)	Min (Min)	Med (Mean)
Diám. escudo proximal Proximal shield diam.	2,9	2,1	2,4
Diám. escudo distal Distal shield diam.	4,2	3,1	3,7
Longitud espina Spine height	9,9	8,2	9,2

**Tabla 26.- *Carinolithus poulnabronei***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Diám. escudo proximal Proximal shield diam.	Diám. escudo distal Distal shield diam.	Longitud espina Spine height
WR.43.5	1	3,9	6,8	9,1
WR.43.5	2	3,3	6,1	7,8
WR.43.5	3	3,7	6,6	8,9
WR.43.5	4	3,6	6,9	8,4
WR.43.5	5	3,5	6,5	8,5
WR.43.5	6	3,9	7,1	9,3
WR.43.5	7	3,8	6,9	9,5
WR.43.5	8	3,7	6,8	8,4
WR.43.5	9	3,9	7,1	8,6
WR.43.5	10	4,2	7,4	9,8
WR.43.5	11	3,5	6,6	8,2
WR.43.5	12	3,7	6,8	8,3
WR.43.5	13	3,8	6,9	8,6
WR.43.5	14	3,3	6,3	7,4
WR.43.5	15	3,4	6,5	7,6
WR.43.5	16	3,7	7,0	8,8
WR.43.5	17	3,8	7,2	9,0
WR.43.5	18	3,9	6,9	8,8
WR.43.5	19	3,6	6,6	8,3
WR.43.5	20	4,1	7,1	9,4
WR.55	21	3,8	6,9	8,9
WR.55	22	3,9	6,7	9,4
WR.55	23	3,4	6,5	7,8
WR.55	24	3,8	6,7	8,6
WR.55	25	4,2	7,2	9,2
WR.55	26	3,5	6,3	8,2
WR.55	27	3,6	6,8	8,6
WR.55	28	3,4	6,5	8,3
WR.55	29	3,6	6,4	7,9
WR.55	30	3,3	6,2	7,6

	Máx (Max)	Mín (Min)	Med (Mean)
Diám. escudo proximal Proximal shield diam.	4,2	3,3	3,7
Diám. escudo distal Distal shield diam.	7,4	6,1	6,8
Longitud espina Spine height	9,8	7,4	8,6



Tabla 27.- *Carinolithus superbus*

Muestra Sample	Individuo Specimen	Diám. escudo proximal Proximal shield diam.	Diám. escudo distal Distal shield diam.	Longitud espina Spine height
WR.51	1	2,9	4,9	9,7
WR.51	2	2,1	3,9	7,9
WR.51	3	2,5	4,2	8,5
WR.51	4	2,6	4,4	8,9
WR.51	5	2,8	4,6	9,3
WR.51	6	2,4	4,1	8,7
WR.51	7	2,1	3,8	7,3
WR.51	8	2,7	4,2	9,2
WR.51	9	2,9	4,5	9,5
WR.51	10	2,3	3,8	7,9
WR.51	11	2,4	3,9	8,2
WR.51	12	2,7	4,2	9,5
WR.55	13	2,8	4,6	9,6
WR.55	14	2,3	3,7	8,3
WR.55	15	2,2	3,6	8,1
WR.55	16	2,1	3,4	7,9
WR.55	17	2,5	3,9	8,9
WR.55	18	2,9	4,7	9,4
WR.55	19	2,4	3,9	8,8
WR.55	20	2,6	4,3	9,2

	Máx (Max)	Mín (Min)	Med (Mean)
Diám. escudo proximal Proximal shield diam.	2,9	2,1	2,6
Diám. escudo distal Distal shield diam.	4,9	3,4	4,2
Longitud espina Spine height	9,7	7,3	8,7

Tabla 28.- *Bussonius prinsii*

Muestra Sample	Individuo Specimen	Morfotipo Morphotype	Longitud Length	Anchura Width
WR.37	1	A	4,2	2,9
WR.37	2	A	4,8	3,5
WR.37	3	A	4,9	3,7
WR.37	4	A	5,0	3,6
WR.37	5	A	5,3	4,1
WR.37	6	A	5,1	3,9
WR.37	7	A	4,9	3,7
WR.37	8	A	4,8	3,8
WR.37	9	A	5,2	4,1
WR.37	10	A	4,3	3,4
WR.37	11	A	5,0	3,8
WR.37	12	A	3,9	2,7
WR.37	13	A	5,2	3,9
WR.37	14	A	3,6	2,5
WR.37	15	A	4,7	3,5
WR.37	16	A	5,2	3,9
WR.37	17	B	6,6	4,5
WR.37	18	B	7,1	4,7
WR.37	19	B	6,6	4,4
WR.37	20	B	5,8	4,7
WR.37	21	B	6,2	4,3
WR.37	22	B	5,9	4,6
WR.37	23	B	5,7	4,5
WR.37	24	B	6,1	4,2
WR.37	25	B	6,6	4,4
WR.43.7	26	A	4,9	3,4
WR.43.7	27	A	4,2	2,9
WR.43.7	28	A	5,2	4,0
WR.43.7	29	A	5,0	3,6
WR.43.7	30	A	4,8	3,8
WR.43.7	31	A	5,1	3,5
WR.43.7	32	A	3,9	2,6
WR.43.7	33	A	4,9	3,7
WR.43.7	34	A	5,3	4,0
WR.43.7	35	B	7,3	4,9
WR.43.7	36	B	7,1	4,7
WR.43.7	37	B	5,6	4,5
WR.43.7	38	B	4,9	3,7
WR.43.7	39	B	5,2	3,9
WR.43.7	40	B	6,1	4,6
WR.43.7	41	B	5,8	4,3
WR.43.7	42	B	6,0	4,7
WR.43.7	43	B	5,9	4,3
WR.43.7	44	B	6,1	4,1
WR.43.7	45	B	6,6	4,5
WR.43.7	46	B	6,9	4,7
WR.43.7	47	B	6,2	4,5
WR.43.7	48	B	7,1	4,8
WR.43.7	49	B	5,7	4,4
WR.43.7	50	B	6,5	4,1

	Morfotipo Morphotype	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	A	5,3	3,6	4,8
Anchura (Width)		4,1	2,5	3,5
Longitud (Length)	B	7,3	4,9	6,2
Anchura (Width)		4,9	3,7	4,4

Tabla 29.- *Lotharingius barozii*

		Cocolito Coccolith		Area central Central area	
Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
1SAD.54.1	1	3,2	2,7	1,7	1,3
1SAD.54.1	2	3,7	3,1	1,9	1,5
1SAD.54.1	3	3,4	2,8	1,8	1,1
1SAD.54.1	4	2,8	2,3	1,5	1,0
1SAD.54.1	5	3,1	2,5	1,4	0,8
1SAD.54.1	6	3,6	2,7	1,9	1,2
1SAD.54.1	7	3,2	2,4	1,7	1,3
1SAD.54.1	8	2,9	2,3	1,3	0,8
1SAD.54.1	9	3,6	2,8	1,9	1,4
1SAD.54.1	10	3,3	2,5	1,9	1,3
1SAD.54.1	11	3,5	2,9	2,1	1,4
1SAD.54.1	12	4,1	3,1	2,2	1,5
1SAD.54.1	13	3,4	2,5	1,9	1,4
1SAD.54.1	14	4,5	3,7	2,4	1,5
1SAD.54.1	15	3,8	3,2	2,1	1,2
1SAD.54.1	16	3,6	3,1	1,9	1,3
1SAD.54.1	17	2,7	2,4	1,5	1,0
1SAD.54.1	18	3,9	3,3	2,2	1,5
1SAD.54.1	19	3,2	2,6	1,8	1,1
1SAD.54.1	20	3,6	2,9	1,9	1,2
1SAD.54.1	21	4,9	3,8	2,3	1,5
1SAD.54.1	22	3,4	2,6	1,9	1,1
1SAD.54.1	23	3,9	3,1	2,1	1,3
1SAD.54.1	24	4,0	3,2	2,1	1,4
1SAD.54.1	25	3,1	2,5	1,5	0,8
1SAD.60	26	2,8	2,4	1,4	0,9
1SAD.60	27	4,1	3,6	1,8	1,3
1SAD.60	28	3,6	2,9	1,7	1,0
1SAD.60	29	3,2	2,7	1,6	0,9
1SAD.60	30	3,9	3,3	1,8	1,1
1SAD.60	31	3,3	2,8	1,5	0,8
1SAD.60	32	4,1	3,5	2,0	1,2
1SAD.60	33	3,8	3,2	1,7	1,0
1SAD.60	34	3,6	3,1	1,6	0,9
1SAD.60	35	4,5	3,8	2,1	1,3
1SAD.60	36	3,5	2,9	1,6	0,9
1SAD.60	37	2,8	2,2	1,3	0,8
1SAD.60	38	3,6	2,8	1,5	0,8
1SAD.60	39	3,9	3,4	1,8	1,1
1SAD.60	40	3,1	2,3	1,5	0,9
1SAD.60	41	2,8	2,2	1,2	0,8
1SAD.60	42	3,7	2,9	1,7	1,0
1SAD.60	43	3,1	2,5	1,5	0,9
1SAD.60	44	3,6	3,0	1,7	1,2
1SAD.60	45	4,1	3,4	1,9	1,2
1SAD.60	46	3,4	2,8	1,5	0,8
1SAD.60	47	3,1	2,5	1,5	0,9
1SAD.60	48	3,9	3,1	1,9	1,2
1SAD.60	49	3,5	2,9	1,7	1,1
1SAD.60	50	3,6	3,1	1,6	1,0

		Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Cocolito (Coccolith)	Longitud Length	4,9	2,7	3,5
	Anchura Width	3,8	2,2	2,9
Área central (Central area)	Longitud Length	2,4	1,2	1,8
	Anchura Width	1,5	0,8	1,1

**Tabla 30-1.- *Lotharingius crucicentralis***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.25	1	4,08	3,02	2,04	1,21
WR.25	2	4,62	3,60	2,26	1,57
WR.29	3	4,33	3,47	2,23	1,51
WR.29	4	4,69	3,61	2,45	1,67
WR.29	5	4,29	3,91	2,14	1,34
WR.29	6	4,06	2,79	2,07	1,22
WR.29	7	4,64	3,64	2,03	1,61
WR.29	8	4,60	3,19	2,08	1,31
WR.29	9	4,95	3,94	2,11	1,35
WR.29	10	3,99	3,08	2,12	1,22
WR.29	11	4,24	3,67	2,26	1,51
WR.33	12	4,31	3,65	2,12	1,49
WR.33	13	4,70	4,05	2,22	1,70
WR.33	14	4,67	3,71	2,21	1,46
WR.33	15	4,36	4,12	2,27	1,53
WR.33	16	4,50	3,83	2,18	1,65
WR.33	17	4,40	3,74	2,23	1,68
WR.33	18	4,56	3,60	2,77	1,69
WR.33	19	5,11	3,85	2,30	1,52
WR.33	20	4,57	3,68	2,21	1,33
WR.33	21	4,74	3,78	2,54	1,49
WR.33	22	4,59	3,86	2,35	1,54
WR.33	23	4,25	3,81	2,32	1,54
WR.33	24	4,48	3,69	2,16	1,39
WR.33	25	4,73	3,77	2,04	1,33
WR.33	26	4,40	3,41	2,15	1,29
WR.33	27	4,05	3,11	2,34	1,45
WR.33	28	4,81	3,67	2,51	1,57
WR.33	29	4,24	3,28	2,29	1,30
WR.35	30	5,05	4,01	2,86	1,80
WR.35	31	4,83	3,62	2,97	2,03
WR.35	32	4,33	3,42	2,52	1,39
WR.35	33	4,67	4,01	3,12	2,05
WR.35	34	4,46	3,28	2,64	1,58
WR.35	35	4,42	3,17	2,67	1,52
WR.35	36	3,99	3,24	2,24	1,46
WR.35	37	4,27	3,92	2,46	1,71
WR.35	38	4,31	3,39	2,15	1,17
WR.35	39	4,24	3,25	2,09	1,39
WR.35	40	3,90	3,16	2,21	1,37
WR.35	41	3,77	3,21	2,13	1,53
WR.35	42	4,75	3,63	2,64	1,54
WR.35	43	4,30	2,81	2,31	0,98
WR.35	44	4,32	3,61	2,31	1,47
WR.35	45	4,48	3,78	2,15	1,56
WR.35	46	4,55	3,59	2,34	1,41
WR.35	47	3,98	3,17	2,03	1,29
WR.35	48	4,74	3,73	2,35	1,66
WR.35	49	4,95	3,37	2,72	1,63
WR.35	50	4,27	2,87	2,21	1,41
WR.35	51	4,40	3,67	2,04	1,43
WR.41	52	4,53	3,31	2,83	1,72
WR.41	53	4,60	3,50	2,49	1,38
WR.41	54	4,44	3,00	2,70	1,40
WR.41	55	4,87	4,08	3,26	2,09
WR.41	56	4,67	3,67	2,61	1,39
WR.41	57	3,78	3,17	2,41	1,52
WR.41	58	4,35	3,40	2,39	1,50
WR.41	59	5,07	3,89	2,60	1,57
WR.41	60	4,12	3,11	2,43	1,52
WR.41	61	4,16	3,37	2,06	1,32
WR.43.1	62	4,51	3,49	2,12	1,46
WR.43.1	63	3,68	2,81	2,12	1,28
WR.43.1	64	4,85	3,75	2,70	1,65
WR.43.1	65	4,17	3,18	2,64	1,41
WR.43.1	66	5,60	4,24	3,24	2,13
WR.43.1	67	5,08	3,71	2,72	1,69
WR.43.1	68	5,57	4,81	3,12	2,34
WR.43.1	69	5,01	4,05	2,41	1,64
WR.43.1	70	5,26	3,82	2,68	1,64
WR.43.1	71	4,33	3,34	2,03	1,30
WR.43.1	72	4,83	3,80	2,50	1,51
WR.43.1	73	4,64	3,71	2,70	1,63
WR.43.1	74	4,75	3,59	2,42	1,55
WR.43.1	75	4,26	3,65	2,25	1,57
WR.43.1	76	5,39	4,59	3,07	2,04
WR.43.1	77	4,17	3,35	2,50	1,46
WR.43.1	78	3,74	2,86	2,37	1,30

Grupos Groups	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width
0,4	0	0	0	0
0,6	0	0	0	0
0,8	0	0	0	0
1,0	0	0	0	1
1,2	0	0	0	2
1,4	0	0	0	30
1,6	0	0	0	73
1,8	0	0	0	68
2,0	0	0	1	39
2,2	0	0	30	14
2,4	0	0	45	3
2,6	0	0	56	1
2,8	0	1	48	0
3,0	0	8	27	0
3,2	0	20	15	0
3,4	0	32	9	0
3,6	0	38	0	0
3,8	6	57	0	0
4,0	7	28	0	0
4,2	22	24	0	0
4,4	39	15	0	0
4,6	38	4	0	0
4,8	42	1	0	0
5,0	39	3	0	0
5,2	15	0	0	0
5,4	12	0	0	0
5,6	8	0	0	0
5,8	3	0	0	0
6,0	0	0	0	0

Cocolito (Coccolith)	Longitud (Length)	Máx (Max)	Min (Min)	Med (Mean)
	Anchura (Width)	5,8	3,7	4,6
Área central (Central area)	Longitud (Length)	5,0	2,8	3,7
	Anchura (Width)	3,4	2,0	2,6
	Longitud (Length)	2,4	1,0	1,6
	Anchura (Width)			

**Tabla 30-2.- *Lotharingius crucicentralis***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.43.1	79	4,40	3,31	2,28	1,47
WR.43.1	80	3,84	2,82	2,19	1,34
WR.43.1	81	4,91	4,11	3,13	2,07
WR.47	82	4,09	3,46	2,29	1,33
WR.47	83	4,67	3,66	2,21	1,51
WR.47	84	4,75	3,57	2,17	1,34
WR.47	85	4,21	3,18	2,40	1,50
WR.47	86	4,62	3,18	2,34	1,44
WR.47	87	4,18	3,20	2,47	1,57
WR.47	88	4,91	3,64	2,89	1,70
WR.47	89	4,90	3,63	2,73	1,47
WR.47	90	5,33	4,22	2,78	1,72
WR.47	91	4,53	3,36	2,45	1,54
WR.47	92	5,11	3,87	3,13	1,98
WR.47	93	4,59	3,75	2,18	1,50
WR.47	94	4,92	4,40	2,98	1,85
WR.47	95	4,34	3,79	2,55	1,62
WR.47	96	4,95	3,75	2,67	1,47
WR.47	97	4,11	3,25	2,50	1,55
WR.47	98	4,74	4,09	2,93	1,91
WR.47	99	5,44	4,40	3,38	2,41
WR.47	100	5,14	4,23	2,88	2,09
WR.47	101	4,02	2,83	2,33	1,41
WR.47	102	5,56	4,55	3,22	2,11
WR.47	103	4,94	4,07	3,33	1,85
WR.47	104	4,56	3,71	2,78	1,75
WR.47	105	5,22	4,00	2,69	1,97
WR.49sup.	106	4,17	3,21	2,53	1,67
WR.49sup.	107	4,74	3,40	2,60	1,67
WR.49sup.	108	4,24	3,27	2,60	1,76
WR.49sup.	109	4,79	3,32	2,91	1,58
WR.49sup.	110	4,78	3,73	2,62	1,82
WR.49sup.	111	4,40	3,64	2,97	2,09
WR.49sup.	112	5,79	4,64	2,87	2,21
WR.49sup.	113	4,90	3,77	3,02	1,77
WR.49sup.	114	4,46	3,56	2,40	1,84
WR.49sup.	115	4,00	3,36	2,50	1,42
WR.49sup.	116	4,30	3,52	2,41	1,59
WR.49sup.	117	4,76	3,60	2,77	1,92
WR.49sup.	118	4,75	3,28	2,79	1,48
WR.49sup.	119	4,29	3,21	2,29	1,61
WR.49sup.	120	4,51	3,42	2,50	1,76
WR.49sup.	121	4,80	3,25	2,32	1,38
WR.49sup.	122	4,62	4,10	2,50	1,60
WR.49sup.	123	5,03	3,71	2,69	1,54
WR.49sup.	124	4,47	3,18	2,95	1,65
WR.49sup.	125	4,57	3,46	2,76	1,83
WR.49sup.	126	4,62	3,56	2,56	1,82
WR.49sup.	127	4,75	4,04	3,07	1,84
WR.49sup.	128	4,05	3,12	2,54	1,62
WR.49sup.	129	3,69	3,10	2,02	1,39
WR.53	130	4,68	3,80	2,85	1,87
WR.53	131	4,53	3,50	2,57	1,69
WR.53	132	4,47	3,32	2,57	1,69
WR.53	133	4,82	3,92	3,03	1,99
WR.53	134	4,39	3,72	2,59	1,60
WR.53	135	4,47	3,51	2,32	1,51
WR.53	136	5,37	4,21	3,18	1,87
WR.53	137	4,36	3,38	2,32	1,41
WR.53	138	5,00	4,15	2,58	1,83
WR.53	139	4,95	3,50	2,79	1,65
WR.53	140	5,26	3,89	3,10	1,89
WR.53	141	4,97	3,84	2,82	1,58
WR.53	142	4,19	3,38	2,17	1,22
WR.53	143	5,27	4,29	3,07	2,05
WR.53	144	4,34	3,47	2,25	1,63
WR.53	145	4,37	3,75	2,62	1,82
WR.53	146	4,46	3,51	2,35	1,49
WR.53	147	5,24	4,10	2,67	1,75
WR.53	148	5,57	4,12	2,91	1,72
WR.53	149	5,20	4,50	2,59	1,92
WR.53	150	4,25	3,81	2,24	1,78
WR.53	151	4,89	4,28	2,83	1,90
WR.53	152	4,86	3,85	2,60	1,71
WR.53	153	4,64	4,39	3,07	2,02
WR.53	154	3,76	3,20	2,16	1,49
WR.53	155	4,99	3,83	2,39	1,50
WR.53	156	5,73	4,94	3,24	1,96

**Tabla 30-3.- *Lotharingius crucicentralis***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.53	157	4,63	4,00	2,62	1,78
WR.53	158	4,88	3,97	2,90	1,73
WR.57	159	4,75	4,27	2,89	1,68
WR.57	160	4,52	3,35	2,52	1,74
WR.57	161	3,87	2,96	2,44	1,46
WR.57	162	4,02	3,06	2,42	1,50
WR.57	163	4,42	3,45	2,61	1,84
WR.57	164	5,61	4,55	3,36	1,91
WR.57	165	5,27	4,91	2,96	2,33
WR.57	166	5,17	3,70	3,32	1,90
WR.57	167	5,48	3,96	3,34	1,98
WR.57	168	4,53	3,54	2,69	1,73
WR.57	169	4,88	3,42	2,44	1,67
WR.57	170	4,74	3,51	2,46	1,64
WR.57	171	4,62	4,01	2,34	2,03
WR.57	172	4,39	3,44	2,32	1,54
WR.57	173	5,19	4,21	3,09	1,89
WR.57	174	4,97	4,00	2,94	1,89
WR.57	175	5,57	4,02	3,18	1,99
WR.57	176	4,62	4,09	2,77	1,66
WR.57	177	4,17	3,28	2,44	1,41
WR.57	178	4,51	3,60	2,45	1,68
WR.57	179	5,11	4,28	2,85	2,12
WR.57	180	4,33	3,93	2,83	1,84
WR.57	181	4,92	3,92	2,75	1,56
WR.57	182	4,69	3,67	2,87	1,76
WR.57	183	5,38	4,29	2,93	2,02
WR.57	184	4,13	3,25	2,54	1,47
WR.57	185	4,44	3,35	2,56	1,63
WR.57	186	5,33	4,15	2,76	1,80
WR.57	187	4,79	3,78	2,80	1,69
WR.57	188	4,91	3,96	2,88	1,77
WR.57	189	4,11	3,53	2,50	1,85
WR.57	190	5,42	3,98	3,01	1,98
WR.57	191	4,17	3,23	2,57	1,63
WR.57	192	4,77	3,67	2,68	1,62
WR.57	193	4,81	4,36	2,87	1,95
WR.57	194	4,88	3,70	2,46	1,68
WR.57	195	4,35	3,74	2,62	1,85
WR.57	196	4,66	3,87	2,56	1,84
WR.57	197	4,82	3,74	2,59	1,48
WR.57	198	4,92	3,49	2,45	1,37
WR.57	199	4,32	3,28	2,33	1,69
WR.57	200	4,47	3,78	2,65	1,62
WR.57	201	4,60	3,58	2,56	1,62
WR.57	202	4,27	4,03	2,43	1,68
WR.57	203	4,75	3,60	2,68	1,81
WR.61	204	4,87	3,71	2,78	1,72
WR.61	205	4,43	3,70	2,82	1,66
WR.61	206	4,37	3,66	2,28	1,71
WR.61	207	4,44	3,56	2,40	1,55
WR.61	208	5,12	4,00	2,60	1,76
WR.61	209	4,83	3,97	2,61	1,63
WR.61	210	4,28	3,45	2,11	1,45
WR.61	211	4,14	3,16	1,93	1,25
WR.61	212	4,37	3,36	2,41	1,47
WR.61	213	4,88	3,73	2,50	1,66
WR.61	214	4,49	3,63	2,57	1,55
WR.61	215	4,46	3,43	2,62	1,61
WR.61	216	3,81	2,99	2,07	1,54
WR.61	217	4,41	3,41	2,29	1,57
WR.61	218	4,82	3,48	2,68	1,62
WR.61	219	4,78	3,44	2,62	1,76
WR.61	220	4,88	3,46	2,74	1,59
WR.61	221	4,97	4,19	2,55	1,92
WR.61	222	4,76	3,77	2,55	1,84
WR.61	223	4,82	4,25	2,55	1,66
WR.61	224	5,17	3,84	2,47	1,64
WR.61	225	4,21	3,75	2,49	1,54
WR.61	226	4,57	3,45	2,38	1,38
WR.61	227	4,87	3,98	2,62	1,75
WR.61	228	5,18	4,19	2,69	1,81
WR.61	229	5,32	3,88	2,90	1,77
WR.61	230	4,70	3,64	2,59	1,51
WR.61	231	4,12	3,00	2,21	1,13

**Tabla 31-1.- *Lotharingius hauffii* A**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.5	1	3,06	2,58	1,07	0,77
WR.5	2	3,24	2,54	0,95	0,69
WR.5	3	3,36	2,60	0,88	0,78
WR.5	4	2,88	2,80	0,89	0,71
WR.11	5	3,89	3,26	0,70	0,62
WR.11	6	3,76	3,10	0,89	0,78
WR.11	7	3,77	3,20	0,96	0,73
WR.11	8	4,19	3,90	0,70	0,72
WR.11	9	3,18	2,96	0,89	0,74
WR.11	10	3,70	2,99	0,93	0,86
WR.11	11	3,18	3,00	0,93	0,77
WR.13	12	3,49	3,03	1,08	0,65
WR.13	13	3,29	2,62	0,89	0,85
WR.13	14	3,11	3,09	0,85	0,64
WR.17	15	2,72	2,45	0,89	0,73
WR.17	16	3,45	2,87	1,00	0,82
WR.17	17	3,45	3,11	0,98	0,69
WR.17	18	3,32	2,96	0,93	0,71
WR.17	19	3,41	3,12	1,02	0,71
WR.17	20	3,01	2,75	0,80	0,69
WR.17	21	3,07	2,65	0,92	0,62
WR.21	22	3,21	3,00	0,94	0,62
WR.21	23	4,01	3,46	0,89	0,89
WR.21	24	3,12	2,55	1,11	0,70
WR.25	25	3,20	2,91	0,82	0,66
WR.25	26	4,01	3,77	0,82	0,68
WR.25	27	4,33	3,41	0,98	1,07
WR.25	28	3,26	3,00	0,93	0,84
WR.25	29	3,11	2,82	0,92	0,82
WR.25	30	3,05	2,62	0,79	0,72
WR.25	31	3,92	3,45	0,92	0,67
WR.25	32	3,41	3,21	0,89	0,67
WR.25	33	3,17	2,97	0,95	0,79
WR.25	34	3,40	2,75	0,99	0,76
WR.25	35	2,83	2,43	0,89	0,57
WR.25	36	3,23	2,96	0,87	0,81
WR.25	37	3,46	3,30	0,75	0,69
WR.25	38	3,47	3,24	0,92	0,83
WR.29	39	3,94	3,04	1,16	0,75
WR.29	40	3,79	3,54	1,09	0,85
WR.29	41	3,43	3,50	0,88	0,77
WR.29	42	3,21	3,16	0,90	0,87
WR.29	43	3,38	2,76	0,94	0,72
WR.29	44	3,26	3,25	0,81	0,82
WR.29	45	3,26	2,66	0,87	0,69
WR.29	46	3,03	2,87	0,91	0,63
WR.29	47	3,45	2,91	0,70	0,76
WR.29	48	3,07	2,92	0,95	0,68
WR.29	49	3,21	3,01	0,80	0,69
WR.29	50	3,47	3,12	0,92	0,81
WR.29	51	3,55	2,75	0,96	0,72
WR.29	52	3,29	3,02	0,62	0,67
WR.29	53	3,42	3,24	0,93	0,74
WR.29	54	2,99	2,90	0,92	0,76
WR.29	55	3,29	3,11	0,90	0,75
WR.29	56	3,48	2,76	0,92	0,59
WR.29	57	3,19	3,04	0,92	0,77
WR.29	58	2,90	2,71	0,87	0,72
WR.29	59	3,39	3,03	0,93	0,62
WR.29	60	3,44	2,98	0,89	0,60
WR.29	61	3,62	2,92	0,95	0,80
WR.29	62	3,23	3,11	0,93	0,76
WR.29	63	3,09	2,80	0,79	0,64
WR.29	64	3,11	2,84	0,83	0,87
WR.33	65	3,40	3,07	1,08	0,85
WR.33	66	3,39	3,27	1,00	0,80
WR.33	67	3,18	2,88	0,86	0,64
WR.33	68	3,64	3,27	1,02	0,78
WR.33	69	3,11	2,57	1,01	0,73
WR.35	70	3,28	3,11	0,91	0,85
WR.35	71	3,10	2,82	0,79	0,63
WR.35	72	3,25	2,94	0,89	0,80
WR.35	73	3,08	2,69	0,92	0,67
WR.35	74	3,48	2,79	0,79	0,70
WR.35	75	3,35	2,84	0,98	0,71
WR.35	76	3,47	3,23	0,94	0,73
WR.41	77	3,32	3,19	0,95	0,83
WR.41	78	3,91	3,13	1,06	0,65

Grupos Groups	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width
0,40	0	0	0	0
0,60	0	0	0	8
0,80	0	0	13	82
1,00	0	0	87	35
1,20	0	0	25	2
1,40	0	0	2	0
1,60	0	0	0	0
1,80	0	0	0	0
2,00	0	0	0	0
2,20	0	0	0	0
2,40	0	1	0	0
2,60	0	10	0	0
2,80	2	22	0	0
3,00	9	38	0	0
3,20	35	25	0	0
3,40	28	21	0	0
3,60	27	8	0	0
3,80	13	1	0	0
4,00	8	1	0	0
4,20	4	0	0	0
4,40	1	0	0	0
4,60	0	0	0	0

Cocolito (Coccolith)	Longitud (Length) Anchura (Width)	Máx (Max)	Mín (Min)	Med (Mean)
		4,3	2,7	3,3
Área central (Central area)	Longitud (Length) Anchura (Width)	1,4	0,6	0,9
		1,1	0,5	0,7

**Tabla 31-2.- *Lotharingius hauffii* A**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.41	79	3,43	3,28	0,90	0,64
WR.43.1	80	2,99	2,51	0,94	0,55
WR.43.1	81	3,29	2,76	0,93	0,84
WR.43.5	82	3,58	3,32	1,07	0,88
WR.43.5	83	2,91	2,37	0,93	0,87
WR.43.5	84	3,26	2,77	0,96	0,72
WR.43.5	85	2,72	2,96	0,96	0,77
WR.43.5	86	2,96	2,68	0,93	0,86
WR.43.7	87	3,12	2,87	1,02	0,78
WR.43.7	88	3,41	2,85	1,25	0,81
WR.43.7	89	3,01	2,75	0,87	0,63
WR.43.7	90	3,02	2,81	0,98	0,71
WR.43.7	91	3,06	2,79	0,85	0,61
WR.43.7	92	3,03	2,78	0,92	0,69
WR.43.7	93	2,94	2,45	1,15	0,83
WR.43.7	94	3,02	2,83	0,97	0,71
WR.43.7	95	3,26	2,87	0,90	0,76
WR.47	96	3,01	2,85	0,85	0,47
WR.47	97	3,31	2,94	1,06	0,82
WR.49sup.	98	3,02	2,92	0,78	0,46
WR.49sup.	99	3,35	2,69	1,03	0,76
WR.49sup.	100	3,15	2,65	1,09	0,84
WR.49sup.	101	3,60	3,42	0,97	0,84
WR.49sup.	102	3,08	2,59	0,96	0,69
WR.53	103	3,86	3,32	1,10	1,03
WR.53	104	3,10	2,81	0,96	0,58
WR.53	105	3,04	2,92	0,88	0,69
WR.53	106	3,46	2,84	0,96	0,82
WR.53	107	3,19	2,82	1,02	0,75
WR.53	108	3,12	3,16	0,76	0,58
WR.53	109	4,19	2,98	1,02	0,68
WR.53	110	3,38	2,78	1,02	0,81
WR.57	111	3,73	3,32	1,09	0,78
WR.57	112	3,32	3,02	0,98	0,90
WR.57	113	3,62	3,13	1,00	0,78
WR.57	114	3,98	3,22	0,96	0,84
WR.61	115	3,63	3,05	0,96	0,78
WR.61	116	3,47	3,40	0,84	0,81
WR.61	117	3,87	3,48	0,91	0,80
WR.61	118	3,62	3,47	0,73	0,66
WR.61	119	3,70	3,24	1,35	0,74
WR.61	120	3,46	3,09	1,01	0,62
WR.61	121	2,96	2,87	0,92	0,72
WR.61	122	3,57	3,35	0,92	0,87
WR.61	123	3,83	3,35	0,94	0,83
WR.61	124	3,78	3,23	1,07	0,75
WR.61	125	3,44	2,86	1,11	0,86
WR.61	126	3,74	3,23	0,94	0,58
WR.61	127	3,07	2,84	0,89	0,64



Tabla 32-1.- *Lotharingius hauffii* B

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.5	1	3,7	2,8	1,3	0,9
WR.5	2	3,5	3,0	1,4	1,1
WR.5	3	3,1	2,6	1,3	1,0
WR.5	4	3,6	3,1	1,3	1,0
WR.5	5	3,5	2,8	1,1	0,9
WR.5	6	3,3	2,4	1,1	0,6
WR.5	7	3,1	2,5	1,4	1,0
WR.5	8	3,4	2,8	1,1	1,0
WR.5	9	3,5	2,6	1,4	0,9
WR.5	10	3,2	2,7	1,2	0,8
WR.5	11	3,9	2,8	1,4	0,9
WR.5	12	3,5	3,0	1,4	1,1
WR.5	13	3,1	2,6	1,3	0,9
WR.5	14	3,6	3,1	1,3	1,0
WR.5	15	3,8	3,0	1,4	1,1
WR.5	16	3,4	2,9	1,1	1,0
WR.5	17	3,5	2,9	1,3	0,9
WR.5	18	3,2	3,1	1,2	1,1
WR.5	19	3,4	3,1	1,2	0,9
WR.5	20	3,1	2,6	1,1	1,0
WR.5	21	3,3	2,8	1,2	0,9
WR.5	22	2,9	3,0	1,0	0,8
WR.5	23	3,9	3,2	1,2	0,9
WR.5	24	3,6	3,0	1,4	0,9
WR.5	25	4,1	3,2	1,2	1,0
WR.5	26	3,7	3,2	1,4	1,3
WR.5	27	3,6	3,0	1,3	0,8
WR.5	28	3,1	2,4	1,3	0,7
WR.5	29	2,9	2,3	1,1	0,8
WR.5	30	3,5	2,8	1,3	1,1
WR.5	31	3,6	3,1	1,2	0,8
WR.5	32	3,3	3,0	1,3	0,9
WR.5	33	3,5	2,7	1,3	0,7
WR.5	34	3,1	2,9	1,3	0,9
WR.5	35	3,7	3,1	1,4	1,2
WR.5	36	3,8	3,3	1,4	1,0
WR.5	37	3,3	3,0	1,4	1,0
WR.5	38	3,1	2,6	1,2	1,0
WR.5	39	3,2	2,5	1,4	0,9
WR.5	40	2,9	2,6	1,3	1,0
WR.5	41	3,9	2,9	1,1	1,0
WR.5	42	3,6	2,8	1,6	1,0
WR.5	43	3,5	2,6	1,5	0,9
WR.5	44	3,7	3,1	1,3	1,0
WR.5	45	3,3	2,4	1,2	0,9
WR.5	46	3,3	2,8	1,2	0,9
WR.5	47	3,3	2,8	1,5	0,9
WR.5	48	3,4	3,0	1,4	1,3
WR.5	49	3,3	2,8	1,2	0,9
WR.5	50	3,4	2,8	1,3	1,0
WR.5	51	3,7	3,1	1,3	1,1
WR.5	52	3,5	2,8	1,3	1,1
WR.5	53	3,5	3,0	1,5	1,0
WR.5	54	3,6	2,9	1,3	0,9
WR.5	55	3,9	3,6	1,4	1,0
WR.5	56	3,9	3,0	1,3	0,9
WR.5	57	3,4	2,9	1,4	0,9
WR.5	58	3,0	2,8	1,3	1,0
WR.5	59	3,6	3,0	1,3	1,1
WR.5	60	3,1	2,9	1,3	1,0
WR.5	61	3,6	2,8	1,3	1,0
WR.5	62	3,4	3,0	1,3	1,2
WR.5	63	3,3	2,9	1,4	1,2
WR.5	64	3,6	3,1	1,4	1,0
WR.5	65	3,8	2,9	1,4	1,3
WR.5	66	3,7	2,8	1,3	1,0
WR.5	67	3,8	3,3	1,5	1,1
WR.5	68	3,1	2,7	1,2	0,9
WR.5	69	2,8	2,5	1,3	1,0
WR.5	70	2,8	2,5	1,1	0,9
WR.5	71	3,1	3,1	1,4	1,1
WR.5	72	3,6	2,8	1,3	1,0
WR.5	73	2,9	2,3	1,3	0,9
WR.5	74	4,2	3,3	1,5	1,0
WR.5	75	3,9	3,3	1,1	0,8
WR.5	76	3,6	3,1	1,0	0,8
WR.5	77	3,6	3,4	1,2	1,1
WR.5	78	2,8	2,6	0,8	0,8

Grupos Groups	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width
0,4	0	0	0	0
0,6	0	0	0	1
0,8	0	0	1	158
1,0	0	0	55	746
1,2	0	0	453	419
1,4	0	0	652	39
1,6	0	0	184	1
1,8	0	0	17	0
2,0	0	0	2	0
2,2	0	0	0	0
2,4	0	13	0	0
2,6	1	58	0	0
2,8	6	174	0	0
3,0	35	320	0	0
3,2	122	343	0	0
3,4	228	270	0	0
3,6	309	132	0	0
3,8	314	39	0	0
4,0	192	12	0	0
4,2	104	3	0	0
4,4	41	0	0	0
4,6	7	0	0	0
4,8	5	0	0	0
5,0	0	0	0	0

Cocolito (Coccolith)	Longitud (Length)	Máx (Max)	Min (Min)	Med (Mean)
		4,8	2,5	3,7
Área central (Central area)	Longitud (Length)	1,9	0,8	1,3
		1,5	0,6	1,0

**Tabla 32-2.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.5	79	3,2	3,0	1,0	0,8
WR.5	80	2,8	2,7	1,1	0,8
WR.5	81	3,6	3,3	0,8	0,8
WR.5	82	3,3	2,7	1,1	0,9
WR.5	83	3,5	2,9	1,2	0,8
WR.5	84	3,5	2,9	1,2	1,0
WR.5	85	3,5	2,9	1,3	0,9
WR.5	86	3,8	3,4	1,2	1,0
WR.5	87	3,3	3,0	1,0	1,0
WR.5	88	3,7	3,1	1,0	0,8
WR.5	89	4,4	3,1	1,2	0,9
WR.5	90	3,8	3,3	1,2	1,0
WR.5	91	3,6	3,2	1,3	1,2
WR.5	92	4,2	3,6	1,3	1,0
WR.5	93	4,0	3,3	1,2	1,0
WR.5	94	4,2	3,6	1,2	1,0
WR.5	95	3,8	2,7	1,3	1,0
WR.5	96	3,6	2,9	1,4	0,8
WR.5	97	3,7	2,9	1,3	0,9
WR.5	98	3,8	3,4	1,1	0,9
WR.5	99	3,2	2,7	1,3	0,8
WR.5	100	3,0	2,8	1,0	0,9
WR.5	101	3,4	3,1	1,4	1,2
WR.5	102	3,9	3,5	1,3	1,0
WR.5	103	3,7	2,9	1,1	1,0
WR.5	104	2,9	2,8	1,0	0,7
WR.5	105	3,7	3,6	1,3	1,1
WR.5	106	3,5	2,8	1,4	1,0
WR.5	107	3,4	3,0	1,2	1,1
WR.5	108	3,3	2,8	1,3	1,2
WR.5	109	3,8	2,9	0,9	0,9
WR.5	110	3,7	3,1	1,2	1,1
WR.5	111	3,8	2,9	1,3	1,0
WR.5	112	3,8	3,2	1,2	0,9
WR.5	113	3,9	2,9	1,3	1,0
WR.5	114	3,6	3,1	1,3	0,9
WR.5	115	4,2	4,0	1,3	0,9
WR.5	116	4,0	3,0	1,4	1,0
WR.5	117	3,7	3,3	1,5	1,1
WR.5	118	4,0	3,5	1,5	1,2
WR.5	119	3,6	3,3	1,2	0,9
WR.5	120	3,7	3,1	1,2	1,0
WR.5	121	3,6	3,1	1,2	0,9
WR.5	122	3,7	3,2	1,4	1,2
WR.5	123	3,0	2,9	0,9	0,8
WR.5	124	3,9	3,2	1,3	1,1
WR.5	125	3,5	3,1	1,3	1,0
WR.5	126	3,7	3,2	1,2	0,9
WR.5	127	3,9	3,5	1,2	1,2
WR.5	128	3,4	2,9	1,3	0,9
WR.5	129	3,3	3,0	0,9	0,8
WR.5	130	3,4	2,8	1,1	0,9
WR.5	131	4,1	3,5	1,4	1,1
WR.5	132	3,8	3,3	1,1	1,1
WR.5	133	3,3	2,6	1,1	0,8
WR.5	134	3,7	3,0	1,1	1,0
WR.5	135	4,0	3,4	1,6	1,5
WR.5	136	3,7	3,5	1,4	1,0
WR.5	137	3,9	3,4	1,2	1,1
WR.5	138	3,9	3,1	1,2	1,0
WR.5	139	3,5	3,2	1,0	0,9
WR.5	140	3,2	2,9	1,1	1,0
WR.5	141	3,8	3,3	1,0	0,9
WR.5	142	3,7	3,1	1,3	1,2
WR.5	143	3,2	3,0	1,2	0,9
WR.5	144	3,8	3,0	1,5	1,0
WR.5	145	4,0	3,5	0,9	0,7
WR.5	146	3,5	3,2	0,9	0,8
WR.11	147	4,3	3,9	1,5	1,0
WR.11	148	4,7	3,7	1,6	1,2
WR.11	149	4,1	3,6	1,3	1,0
WR.11	150	3,3	3,0	1,0	0,8
WR.11	151	3,2	2,6	1,2	0,8
WR.11	152	3,4	3,2	1,1	1,1
WR.11	153	3,6	3,1	1,2	1,1
WR.11	154	3,7	3,3	1,6	1,3
WR.11	155	4,0	3,2	1,3	1,0
WR.11	156	3,8	3,2	1,4	1,1

**Tabla 32-3.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.11	157	3,7	3,5	1,3	1,0
WR.11	158	3,5	3,2	1,1	0,9
WR.11	159	4,1	3,2	1,4	0,9
WR.11	160	3,7	3,0	1,4	1,0
WR.11	161	3,5	2,7	1,1	0,8
WR.11	162	3,7	3,3	1,5	1,1
WR.11	163	3,3	2,7	1,3	1,0
WR.11	164	4,0	3,4	1,4	1,1
WR.11	165	3,9	3,1	1,5	1,1
WR.11	166	3,9	3,3	1,2	0,9
WR.11	167	3,9	3,2	1,4	1,1
WR.11	168	3,6	2,8	1,2	0,9
WR.11	169	3,6	3,1	1,3	0,9
WR.11	170	2,8	2,5	1,1	0,6
WR.11	171	4,2	3,3	1,4	1,1
WR.11	172	3,7	3,1	1,4	0,9
WR.11	173	3,2	2,5	1,1	0,8
WR.11	174	4,4	3,6	1,9	1,3
WR.11	175	3,6	2,9	1,4	1,1
WR.11	176	3,6	3,0	1,1	1,1
WR.11	177	3,5	3,0	1,3	1,1
WR.11	178	3,2	3,0	1,2	1,0
WR.11	179	3,2	2,7	1,2	1,0
WR.11	180	3,5	2,8	1,3	0,9
WR.11	181	4,0	3,2	1,2	1,2
WR.11	182	2,5	2,5	0,9	0,7
WR.11	183	3,3	2,9	1,1	0,9
WR.11	184	3,4	2,6	1,1	0,8
WR.11	185	3,3	2,8	0,8	0,8
WR.11	186	2,9	2,3	1,0	0,9
WR.11	187	3,9	3,2	1,4	0,8
WR.11	188	3,2	3,0	1,1	0,9
WR.11	189	4,3	3,4	1,5	1,3
WR.11	190	3,6	3,0	1,1	0,9
WR.11	191	3,1	2,6	1,1	0,7
WR.11	192	3,8	3,4	1,2	1,0
WR.11	193	3,4	2,8	1,0	0,9
WR.11	194	3,4	2,9	1,0	0,7
WR.11	195	3,5	3,1	1,2	0,9
WR.11	196	3,7	3,3	1,2	1,0
WR.11	197	4,2	2,8	1,3	0,8
WR.11	198	3,7	3,1	1,3	1,0
WR.11	199	3,3	2,4	0,9	0,9
WR.11	200	3,1	2,9	1,0	1,0
WR.11	201	3,0	2,5	1,1	0,8
WR.11	202	3,6	3,1	1,2	1,0
WR.11	203	3,7	3,0	1,2	0,8
WR.11	204	3,5	2,5	1,2	0,8
WR.11	205	3,8	2,9	1,5	1,0
WR.11	206	3,4	2,8	1,2	0,8
WR.11	207	4,2	3,8	1,2	0,9
WR.11	208	4,1	3,4	1,5	1,1
WR.11	209	3,1	2,5	1,1	0,9
WR.11	210	3,8	3,0	1,2	1,0
WR.11	211	3,3	2,8	1,3	0,8
WR.11	212	3,5	2,6	1,3	0,9
WR.11	213	2,6	2,3	1,0	0,6
WR.11	214	3,1	2,5	1,0	0,8
WR.11	215	4,1	3,4	1,2	1,0
WR.11	216	3,6	2,9	1,2	1,0
WR.11	217	3,6	2,9	1,2	0,8
WR.11	218	3,3	3,2	1,2	1,0
WR.11	219	3,4	2,8	1,1	0,8
WR.11	220	3,5	2,7	1,4	1,1
WR.11	221	3,4	2,9	1,3	1,0
WR.11	222	3,3	2,7	1,2	0,8
WR.11	223	3,2	2,6	1,3	1,0
WR.11	224	3,3	2,6	1,2	0,8
WR.11	225	3,1	2,3	1,2	0,7
WR.11	226	3,5	3,0	1,0	0,8
WR.11	227	3,0	2,3	1,1	0,7
WR.11	228	3,5	2,8	1,3	1,0
WR.11	229	3,4	3,0	1,3	0,9
WR.11	230	3,6	2,9	1,2	0,8
WR.11	231	4,1	3,2	1,3	1,2
WR.11	232	3,1	2,7	1,2	1,0
WR.11	233	3,6	2,8	1,3	1,0
WR.11	234	3,4	2,6	1,3	0,8

**Tabla 32-4.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.11	235	3,5	3,3	1,4	1,0
WR.11	236	3,2	2,8	1,3	0,8
WR.11	237	3,4	3,0	1,0	0,8
WR.11	238	3,1	2,7	1,2	0,9
WR.11	239	3,6	2,9	1,0	0,8
WR.11	240	3,3	3,1	1,2	1,0
WR.11	241	3,7	3,2	1,5	1,1
WR.11	242	3,9	3,5	1,2	1,1
WR.11	243	3,3	3,0	0,8	0,7
WR.11	244	3,6	3,1	1,3	1,1
WR.11	245	3,5	2,8	1,2	1,0
WR.11	246	3,9	3,1	1,4	1,0
WR.11	247	3,5	2,7	1,3	1,0
WR.11	248	3,6	3,2	1,5	1,0
WR.11	249	3,4	2,7	1,0	0,7
WR.11	250	3,4	2,7	1,1	0,7
WR.11	251	3,6	3,5	1,3	0,8
WR.11	252	3,8	3,2	1,0	0,9
WR.11	253	3,6	3,4	1,2	0,9
WR.11	254	3,5	2,9	1,1	0,7
WR.11	255	3,7	3,0	1,2	1,0
WR.11	256	3,5	3,1	1,3	0,9
WR.11	257	3,3	3,0	1,1	1,0
WR.11	258	3,3	2,9	1,0	0,8
WR.11	259	3,7	3,4	1,2	1,0
WR.11	260	3,6	3,3	1,2	0,8
WR.11	261	3,3	3,0	1,1	0,8
WR.11	262	3,8	3,2	1,3	1,1
WR.11	263	3,9	3,2	1,5	1,0
WR.11	264	3,8	3,2	1,1	1,0
WR.11	265	3,7	3,5	1,3	1,3
WR.11	266	3,1	2,7	0,9	0,7
WR.11	267	3,8	3,4	1,2	1,3
WR.11	268	3,7	3,1	1,2	1,0
WR.11	269	3,8	3,0	1,3	1,0
WR.11	270	4,5	4,0	1,5	1,1
WR.11	271	4,0	3,2	1,5	1,2
WR.11	272	3,9	3,3	1,3	1,1
WR.11	273	4,6	3,6	1,6	1,1
WR.11	274	4,1	3,5	1,2	0,9
WR.11	275	3,5	2,9	1,2	0,9
WR.11	276	3,8	3,1	1,6	0,8
WR.11	277	4,0	3,6	1,4	1,1
WR.11	278	3,7	3,2	1,2	0,9
WR.11	279	3,1	3,0	1,1	0,8
WR.11	280	3,3	2,7	1,1	0,7
WR.11	281	4,1	3,3	1,6	1,0
WR.11	282	3,7	3,4	1,3	1,1
WR.11	283	3,4	3,0	1,0	0,7
WR.11	284	3,7	3,1	1,3	0,9
WR.11	285	3,6	3,4	1,2	0,9
WR.11	286	3,8	3,4	1,2	1,2
WR.11	287	3,5	2,9	1,2	0,9
WR.11	288	2,9	2,8	1,2	1,0
WR.11	289	3,6	2,9	1,1	0,8
WR.13	290	3,8	3,3	1,3	1,0
WR.13	291	3,9	3,2	1,3	0,9
WR.13	292	3,2	2,9	1,0	0,7
WR.13	293	3,5	3,0	1,2	0,9
WR.13	294	3,7	3,3	1,0	0,8
WR.13	295	3,3	2,9	1,1	0,8
WR.13	296	4,0	3,2	1,4	1,0
WR.13	297	3,7	3,4	1,2	1,1
WR.13	298	3,8	3,3	1,4	1,0
WR.13	299	3,6	3,2	1,3	0,9
WR.13	300	2,7	2,4	1,1	1,0
WR.13	301	3,8	3,3	1,4	1,0
WR.13	302	3,5	3,0	1,2	0,9
WR.13	303	3,9	3,5	1,4	1,1
WR.13	304	3,8	3,0	1,1	0,8
WR.13	305	3,8	3,1	1,2	0,9
WR.13	306	4,0	3,7	1,2	0,9
WR.13	307	3,7	3,0	1,2	1,0
WR.13	308	4,0	3,5	1,2	1,0
WR.13	309	3,4	3,1	1,3	1,1
WR.13	310	3,5	3,0	1,4	1,1
WR.13	311	3,5	2,8	1,1	0,9
WR.13	312	4,4	3,3	1,3	1,0

**Tabla 32-5.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.13	313	3,9	3,2	1,4	1,0
WR.13	314	3,5	3,2	1,0	1,0
WR.13	315	4,0	3,6	1,4	1,0
WR.13	316	4,0	3,2	1,4	1,1
WR.13	317	3,3	2,9	0,9	0,7
WR.13	318	3,7	3,3	1,2	1,0
WR.13	319	3,7	3,0	1,2	0,8
WR.13	320	3,5	3,2	1,4	1,0
WR.13	321	4,4	3,6	1,3	1,1
WR.13	322	3,5	3,1	1,3	1,3
WR.13	323	3,3	2,9	1,3	1,1
WR.13	324	3,7	3,2	1,4	1,1
WR.13	325	3,9	3,2	1,4	1,0
WR.13	326	2,9	2,9	0,9	1,0
WR.13	327	3,6	3,1	1,3	1,0
WR.13	328	3,6	2,8	1,1	0,8
WR.13	329	3,8	3,2	1,5	1,1
WR.13	330	3,7	2,5	1,2	0,8
WR.13	331	3,4	3,2	1,2	1,0
WR.13	332	4,0	3,4	1,3	1,0
WR.13	333	3,9	3,3	1,4	0,9
WR.13	334	3,7	3,1	1,3	1,0
WR.13	335	3,4	3,1	1,1	0,9
WR.13	336	3,4	3,1	1,1	1,0
WR.13	337	3,9	3,4	1,3	0,9
WR.13	338	3,5	3,0	1,1	1,0
WR.13	339	3,2	2,8	1,2	1,0
WR.13	340	3,6	3,0	1,2	1,0
WR.13	341	3,4	2,7	1,1	0,8
WR.13	342	4,1	3,4	1,3	1,1
WR.13	343	3,4	3,1	1,2	1,0
WR.13	344	4,1	3,8	1,4	1,1
WR.13	345	3,3	2,8	1,1	0,8
WR.13	346	3,5	2,6	1,2	0,8
WR.13	347	3,4	2,7	1,3	0,8
WR.13	348	3,7	3,1	1,2	0,8
WR.13	349	3,3	2,6	1,3	1,0
WR.13	350	3,5	2,9	1,4	1,0
WR.13	351	3,4	3,2	1,1	0,9
WR.13	352	4,1	3,4	1,2	1,0
WR.13	353	4,1	2,9	1,2	1,0
WR.13	354	2,9	2,9	1,0	0,8
WR.13	355	3,3	2,8	1,1	0,7
WR.13	356	3,9	3,0	1,1	0,9
WR.13	357	3,6	2,9	1,3	0,9
WR.13	358	3,5	3,1	1,3	1,0
WR.13	359	3,1	2,7	1,0	0,7
WR.13	360	3,7	3,4	1,3	1,1
WR.13	361	3,9	3,1	1,4	1,1
WR.13	362	3,2	2,7	1,2	1,0
WR.17	363	3,4	2,8	1,3	0,9
WR.17	364	4,1	3,4	1,3	0,9
WR.17	365	3,8	3,4	1,3	1,1
WR.17	366	3,9	3,3	1,2	0,9
WR.17	367	3,4	3,2	1,1	1,0
WR.17	368	3,6	2,9	1,3	0,9
WR.17	369	3,8	3,7	1,4	1,2
WR.17	370	3,7	3,1	1,2	0,9
WR.17	371	3,7	2,9	1,4	1,2
WR.17	372	3,8	3,3	1,3	0,9
WR.17	373	4,1	3,5	1,5	1,2
WR.17	374	3,8	3,2	1,5	1,0
WR.17	375	3,7	3,6	1,4	1,1
WR.17	376	3,6	3,2	1,4	1,1
WR.17	377	3,6	3,2	1,0	0,9
WR.17	378	3,4	3,0	1,1	0,9
WR.17	379	3,5	3,1	1,1	0,8
WR.17	380	3,3	3,0	1,2	0,8
WR.17	381	3,7	3,5	1,5	1,1
WR.17	382	3,8	3,4	1,4	1,2
WR.17	383	3,3	2,9	1,2	1,0
WR.17	384	3,8	3,4	1,5	1,0
WR.17	385	3,2	3,1	1,2	1,1
WR.17	386	3,2	2,7	1,3	0,9
WR.17	387	4,1	3,4	1,4	1,1
WR.17	388	3,5	3,3	1,3	1,0
WR.17	389	3,7	3,3	1,5	1,1
WR.17	390	3,5	3,0	1,4	0,9

**Tabla 32-6.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.17	391	3,6	3,0	1,2	0,8
WR.17	392	3,6	3,3	1,2	1,0
WR.17	393	3,4	3,3	1,2	1,1
WR.17	394	3,7	3,3	1,1	1,1
WR.17	395	3,7	3,4	1,2	1,0
WR.17	396	3,8	3,6	1,1	0,9
WR.17	397	3,2	2,4	1,1	1,0
WR.17	398	3,7	2,7	1,2	1,0
WR.17	399	3,9	3,6	1,3	1,1
WR.17	400	3,4	3,0	1,1	1,0
WR.17	401	4,0	2,9	1,3	0,9
WR.17	402	3,0	2,2	0,8	0,8
WR.17	403	4,3	3,5	1,3	1,1
WR.17	404	3,7	3,5	1,1	1,0
WR.17	405	3,4	2,8	1,1	0,8
WR.17	406	3,1	2,5	1,0	0,9
WR.17	407	3,1	2,6	1,0	0,7
WR.17	408	3,8	3,0	1,3	1,1
WR.17	409	3,5	3,1	1,0	1,0
WR.17	410	4,0	3,1	1,2	1,1
WR.17	411	4,4	3,7	1,4	1,1
WR.17	412	3,4	2,9	1,0	0,9
WR.17	413	3,7	3,4	1,4	1,1
WR.17	414	3,9	3,2	1,4	1,1
WR.17	415	3,6	3,2	1,3	1,0
WR.17	416	4,2	4,0	1,2	1,1
WR.17	417	4,1	3,5	1,3	1,1
WR.17	418	3,7	3,3	1,2	0,9
WR.17	419	3,3	3,0	1,3	1,1
WR.17	420	4,1	3,4	1,5	1,2
WR.17	421	3,9	3,2	1,4	1,1
WR.17	422	3,9	2,9	1,2	1,0
WR.17	423	3,8	3,2	1,3	0,9
WR.17	424	4,0	3,3	1,3	0,9
WR.17	425	3,3	3,4	1,3	0,9
WR.17	426	3,4	3,0	1,3	1,0
WR.17	427	3,9	3,7	1,4	1,2
WR.21	428	3,9	2,9	1,2	1,0
WR.21	429	4,2	3,7	1,3	1,2
WR.21	430	3,3	2,6	1,1	0,7
WR.21	431	3,4	2,7	1,2	0,8
WR.21	432	3,3	3,2	1,4	0,9
WR.21	433	3,4	2,7	1,1	0,7
WR.21	434	4,3	3,5	1,2	0,9
WR.21	435	3,8	3,1	1,3	0,8
WR.21	436	3,3	3,0	1,1	0,9
WR.21	437	3,6	2,9	1,4	0,8
WR.21	438	3,5	3,1	1,3	1,0
WR.21	439	3,8	3,3	1,2	0,9
WR.21	440	3,4	2,8	1,1	0,9
WR.21	441	3,7	3,2	1,1	0,9
WR.21	442	4,3	3,5	1,2	1,0
WR.21	443	3,8	3,7	1,3	1,0
WR.21	444	3,5	2,8	1,4	1,0
WR.21	445	3,4	3,0	1,0	0,7
WR.21	446	3,6	3,4	1,5	1,1
WR.21	447	3,6	3,2	1,5	1,1
WR.21	448	3,2	3,0	1,2	0,9
WR.21	449	3,4	3,5	1,2	1,0
WR.21	450	4,2	3,8	1,5	1,0
WR.21	451	3,6	3,1	1,2	0,9
WR.21	452	3,9	3,4	1,2	0,9
WR.21	453	3,4	3,2	1,1	1,0
WR.21	454	4,2	3,2	1,5	1,1
WR.21	455	4,4	3,9	1,5	1,3
WR.21	456	3,6	3,1	1,2	1,0
WR.21	457	3,7	3,1	1,1	0,9
WR.21	458	3,1	3,1	1,0	0,8
WR.21	459	3,6	3,1	1,2	0,9
WR.21	460	3,3	3,3	1,2	1,1
WR.21	461	4,0	3,6	1,3	1,1
WR.21	462	4,5	3,3	1,4	1,1
WR.21	463	3,2	2,8	1,3	0,9
WR.21	464	3,7	3,1	1,4	1,0
WR.21	465	3,7	2,7	1,4	1,0
WR.21	466	4,1	3,8	1,6	1,4
WR.21	467	3,6	3,5	1,3	1,1
WR.21	468	3,7	3,1	1,4	1,0

**Tabla 32-7.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.21	469	3,5	2,9	1,2	1,1
WR.21	470	3,9	2,8	1,1	0,8
WR.21	471	3,3	3,2	1,0	1,0
WR.21	472	3,6	3,5	1,1	0,9
WR.21	473	3,5	3,2	1,1	1,0
WR.21	474	4,3	3,4	1,2	1,0
WR.21	475	3,5	3,0	1,0	0,8
WR.21	476	3,9	3,7	1,2	1,1
WR.21	477	3,0	2,8	1,0	0,8
WR.21	478	3,8	3,3	1,2	0,9
WR.21	479	3,4	3,2	1,0	0,9
WR.21	480	3,9	3,6	1,2	1,2
WR.21	481	3,2	2,8	1,2	0,9
WR.21	482	3,8	3,2	1,1	0,8
WR.21	483	4,1	3,5	1,1	0,9
WR.25	484	3,2	3,2	1,0	0,7
WR.25	485	3,5	3,3	1,0	0,7
WR.25	486	4,0	3,5	1,3	1,1
WR.25	487	3,4	3,0	0,9	1,0
WR.25	488	4,0	3,3	1,2	1,0
WR.25	489	4,2	3,4	1,1	0,9
WR.25	490	4,2	3,3	1,4	1,0
WR.25	491	3,6	3,0	1,0	0,7
WR.25	492	3,9	3,3	1,1	0,9
WR.25	493	4,2	3,6	1,3	1,1
WR.25	494	3,7	3,2	1,0	0,9
WR.25	495	3,8	3,3	1,3	1,1
WR.25	496	3,3	2,7	1,0	0,7
WR.25	497	3,6	3,4	1,2	0,8
WR.25	498	3,1	2,9	1,1	0,8
WR.25	499	3,8	3,0	1,3	0,9
WR.25	500	3,7	3,3	1,1	0,7
WR.25	501	3,6	3,2	1,0	0,8
WR.25	502	3,0	3,0	1,1	0,8
WR.25	503	3,4	3,2	1,1	0,7
WR.25	504	3,2	3,0	1,1	0,9
WR.25	505	4,0	3,7	1,4	1,0
WR.25	506	4,0	3,6	1,2	0,8
WR.25	507	3,6	2,7	1,2	0,8
WR.25	508	3,5	3,1	1,0	0,8
WR.25	509	3,8	3,1	1,0	0,9
WR.25	510	3,7	3,3	1,2	1,0
WR.25	511	3,4	2,9	1,2	1,0
WR.25	512	3,4	2,7	1,1	0,8
WR.25	513	3,8	2,9	1,0	0,7
WR.25	514	3,7	3,2	1,4	0,9
WR.25	515	3,5	3,1	1,0	0,7
WR.25	516	3,2	2,9	1,1	0,8
WR.25	517	3,7	3,3	1,2	0,9
WR.25	518	3,4	2,9	1,2	0,9
WR.25	519	3,5	3,2	1,1	0,9
WR.25	520	3,8	2,9	1,3	1,0
WR.25	521	3,6	3,7	1,0	0,9
WR.25	522	3,7	3,3	1,3	1,0
WR.25	523	4,1	2,9	1,1	0,9
WR.25	524	3,8	3,2	1,2	1,0
WR.25	525	3,7	3,6	1,3	1,2
WR.25	526	3,5	3,0	1,2	0,9
WR.25	527	4,4	3,2	1,3	0,9
WR.25	528	3,4	3,3	1,0	0,9
WR.25	529	3,8	3,3	1,2	1,0
WR.25	530	4,0	3,2	1,1	0,8
WR.25	531	3,6	2,8	1,0	0,9
WR.25	532	3,7	3,5	1,3	1,0
WR.25	533	3,6	3,0	1,3	0,9
WR.25	534	3,1	3,1	1,0	0,9
WR.25	535	3,3	2,8	1,1	0,8
WR.25	536	3,6	3,3	1,2	0,9
WR.25	537	3,3	3,3	1,2	0,9
WR.25	538	3,3	3,3	1,1	0,7
WR.25	539	3,9	3,4	1,1	1,0
WR.25	540	3,6	3,3	1,2	0,9
WR.25	541	3,6	2,9	1,1	0,9
WR.25	542	3,4	3,5	1,2	0,8
WR.25	543	3,3	3,1	1,1	0,8
WR.25	544	3,7	3,3	1,3	1,0
WR.25	545	3,5	3,2	1,2	0,8
WR.25	546	3,4	2,9	1,0	0,7

**Tabla 32-8.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.25	547	4,1	3,4	1,5	0,8
WR.25	548	3,3	2,8	1,2	0,9
WR.25	549	4,3	3,3	1,3	0,9
WR.25	550	3,7	3,3	1,4	0,9
WR.25	551	3,8	3,3	1,4	1,1
WR.25	552	3,4	3,1	1,3	1,0
WR.25	553	3,5	3,2	1,3	0,9
WR.25	554	3,7	3,3	1,1	0,9
WR.25	555	4,0	3,5	1,2	1,1
WR.25	556	3,5	3,1	1,3	0,8
WR.25	557	3,9	3,4	1,4	0,9
WR.25	558	3,4	3,2	1,3	0,9
WR.25	559	3,9	3,2	1,3	0,9
WR.29	560	3,6	3,1	1,1	0,8
WR.29	561	3,7	3,2	1,3	0,9
WR.29	562	3,5	2,7	1,1	0,7
WR.29	563	3,8	3,7	1,2	1,1
WR.29	564	3,7	3,1	1,4	1,0
WR.29	565	3,5	3,2	1,1	0,8
WR.29	566	3,1	2,7	1,0	0,9
WR.29	567	3,7	3,0	1,1	0,8
WR.29	568	3,4	3,1	1,1	0,8
WR.29	569	4,0	3,0	1,3	0,9
WR.29	570	3,1	2,8	1,1	0,9
WR.29	571	3,2	2,4	1,2	0,9
WR.29	572	3,3	3,2	1,3	0,8
WR.29	573	3,8	3,2	1,3	0,9
WR.29	574	3,0	3,1	1,2	0,8
WR.29	575	3,7	3,0	1,3	1,0
WR.29	576	3,6	3,3	1,2	1,1
WR.29	577	3,6	3,0	1,1	0,9
WR.29	578	3,2	3,1	1,0	1,0
WR.29	579	3,3	3,1	1,0	0,9
WR.29	580	3,6	3,2	1,2	0,9
WR.29	581	3,8	3,1	1,4	1,0
WR.29	582	3,5	3,3	1,2	0,9
WR.29	583	3,6	2,8	1,1	0,9
WR.29	584	3,1	3,0	1,1	1,0
WR.29	585	3,4	2,7	1,1	0,9
WR.29	586	3,6	3,4	1,3	1,2
WR.29	587	3,5	3,1	1,1	1,0
WR.29	588	3,7	3,0	1,4	1,0
WR.29	589	3,5	2,8	1,3	0,8
WR.29	590	3,2	2,8	1,2	0,9
WR.29	591	3,3	3,0	1,4	1,1
WR.29	592	3,7	3,0	1,4	1,1
WR.29	593	3,5	3,0	1,2	0,8
WR.29	594	3,8	3,0	1,3	0,9
WR.29	595	3,9	3,3	1,3	1,1
WR.29	596	4,0	3,3	1,4	0,9
WR.29	597	3,3	2,8	1,2	0,9
WR.29	598	2,9	2,4	0,7	0,6
WR.29	599	3,4	2,8	1,1	0,8
WR.29	600	3,7	2,8	1,3	0,9
WR.29	601	3,2	3,2	1,2	1,0
WR.29	602	3,5	3,4	1,2	1,2
WR.29	603	3,3	2,8	1,2	0,9
WR.29	604	3,5	3,3	1,0	0,9
WR.29	605	3,7	3,5	1,2	1,2
WR.29	606	3,9	3,2	1,3	1,0
WR.29	607	3,0	3,0	1,1	0,9
WR.29	608	3,6	3,2	1,1	1,1
WR.29	609	3,2	3,6	1,2	1,0
WR.29	610	3,6	3,1	1,2	1,0
WR.29	611	3,3	3,3	1,3	1,0
WR.29	612	3,4	3,0	1,2	1,0
WR.29	613	2,9	3,0	1,2	1,0
WR.29	614	3,3	3,0	1,1	0,9
WR.29	615	3,6	3,1	1,2	1,0
WR.29	616	3,7	3,2	1,2	0,9
WR.29	617	3,9	3,1	1,5	1,0
WR.29	618	3,4	2,9	1,3	1,0
WR.29	619	3,8	2,9	1,4	1,0
WR.29	620	3,5	3,1	1,2	0,8
WR.29	621	3,3	2,7	1,1	0,9
WR.29	622	3,2	2,6	1,2	0,8
WR.33	623	4,1	3,0	1,3	1,0
WR.33	624	3,4	3,0	1,3	1,0



**Tabla 32-9.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.33	625	3,7	3,1	1,4	1,2
WR.33	626	3,6	3,1	1,4	1,1
WR.33	627	3,8	3,1	1,2	0,8
WR.33	628	3,2	2,7	1,3	0,9
WR.33	629	3,3	3,1	1,0	0,8
WR.33	630	3,6	3,4	1,1	0,9
WR.33	631	3,3	3,0	1,2	0,9
WR.33	632	3,4	3,2	1,2	0,9
WR.33	633	3,8	3,5	1,4	1,1
WR.33	634	3,6	3,4	1,5	1,2
WR.33	635	3,5	3,4	1,3	1,1
WR.33	636	3,6	3,1	1,2	1,0
WR.33	637	3,6	2,9	1,1	0,9
WR.33	638	3,4	3,2	1,1	1,1
WR.33	639	3,4	2,9	1,1	0,9
WR.33	640	3,5	2,8	1,4	0,9
WR.33	641	3,1	2,8	1,0	0,8
WR.33	642	3,3	3,0	1,1	0,8
WR.33	643	3,7	3,5	1,2	1,0
WR.33	644	3,4	2,5	1,2	0,9
WR.33	645	3,8	2,9	1,3	0,9
WR.33	646	3,5	3,1	1,2	1,0
WR.33	647	3,1	2,5	1,1	0,8
WR.33	648	3,7	3,0	1,3	1,1
WR.33	649	3,5	3,1	1,2	1,1
WR.33	650	3,2	3,1	1,0	1,0
WR.33	651	3,2	2,6	1,1	0,8
WR.33	652	3,4	2,6	1,3	0,9
WR.33	653	3,1	2,8	1,2	1,0
WR.33	654	3,3	2,8	1,0	0,6
WR.33	655	3,7	3,2	1,0	1,0
WR.33	656	3,3	2,8	1,0	0,9
WR.33	657	3,4	3,0	1,4	0,9
WR.33	658	4,1	3,4	1,2	1,1
WR.33	659	3,4	2,8	1,1	1,0
WR.33	660	3,4	3,1	1,2	0,6
WR.33	661	3,7	3,2	1,2	0,9
WR.33	662	3,0	2,8	1,0	0,9
WR.33	663	3,7	2,6	1,3	1,1
WR.33	664	3,4	2,9	1,5	1,1
WR.33	665	3,0	3,0	1,2	0,8
WR.33	666	3,2	2,5	1,2	0,7
WR.33	667	3,6	3,3	1,4	1,0
WR.33	668	3,0	3,0	1,2	0,9
WR.33	669	3,7	3,1	1,3	1,0
WR.33	670	3,4	3,1	1,3	1,0
WR.33	671	3,5	3,2	1,2	0,9
WR.33	672	3,5	2,9	1,5	0,9
WR.33	673	3,2	3,0	1,0	1,0
WR.33	674	3,2	2,9	1,1	1,1
WR.33	675	3,3	3,2	1,1	0,8
WR.33	676	3,2	2,7	1,1	0,9
WR.33	677	3,4	2,8	1,3	0,9
WR.33	678	3,6	3,3	1,1	0,9
WR.33	679	3,8	3,5	1,2	1,1
WR.33	680	3,6	3,2	1,1	0,8
WR.33	681	3,6	3,3	1,3	1,0
WR.33	682	3,7	3,3	1,4	1,0
WR.33	683	3,5	3,3	1,2	1,1
WR.33	684	3,4	3,0	1,1	1,0
WR.33	685	3,2	2,9	0,9	0,7
WR.33	686	3,4	2,6	1,1	0,9
WR.33	687	3,1	2,7	1,0	0,8
WR.33	688	3,6	3,1	1,1	1,0
WR.33	689	3,5	3,1	1,3	0,9
WR.33	690	3,6	3,1	1,3	0,9
WR.35	691	3,1	2,8	1,0	0,9
WR.35	692	3,3	2,8	1,2	1,0
WR.35	693	3,2	2,7	1,3	1,0
WR.35	694	3,5	3,2	1,3	0,9
WR.35	695	4,0	3,3	1,5	1,2
WR.35	696	3,5	3,0	1,2	1,0
WR.35	697	3,6	2,8	1,2	0,8
WR.35	698	3,8	3,2	1,1	0,8
WR.35	699	3,1	2,6	1,1	0,7
WR.35	700	3,3	2,5	1,1	0,9
WR.35	701	3,3	2,7	1,2	0,9
WR.35	702	3,2	2,7	1,0	0,8

**Tabla 32-10.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.35	703	3,5	2,7	1,3	0,9
WR.35	704	3,5	2,7	1,3	0,9
WR.35	705	4,0	3,1	1,7	1,1
WR.35	706	3,5	3,0	1,4	0,9
WR.35	707	3,7	3,3	1,2	1,1
WR.35	708	3,1	2,9	1,2	0,9
WR.35	709	3,9	3,1	1,4	1,0
WR.35	710	3,6	3,0	1,2	1,0
WR.35	711	3,5	3,0	1,2	1,0
WR.35	712	2,8	2,6	1,1	0,8
WR.35	713	3,6	3,0	1,3	0,9
WR.35	714	3,4	2,6	1,5	0,9
WR.35	715	3,2	2,8	1,1	0,9
WR.35	716	3,7	3,0	1,1	0,9
WR.35	717	3,5	3,2	1,3	1,0
WR.35	718	3,7	3,1	1,2	0,9
WR.35	719	3,9	3,1	1,3	0,9
WR.35	720	3,8	3,2	1,1	0,9
WR.35	721	3,7	3,0	1,2	0,8
WR.35	722	3,5	2,7	1,3	0,9
WR.35	723	3,9	3,1	1,4	1,0
WR.35	724	3,1	3,1	1,2	0,9
WR.35	725	3,5	3,1	1,3	0,9
WR.35	726	4,1	3,5	1,3	0,9
WR.35	727	3,5	3,2	1,2	0,8
WR.35	728	3,2	2,9	1,2	0,7
WR.35	729	3,5	3,2	1,2	0,8
WR.35	730	3,5	3,1	1,2	1,0
WR.35	731	3,7	2,8	1,3	0,8
WR.35	732	3,4	3,5	1,3	1,0
WR.35	733	4,0	3,2	1,4	1,2
WR.35	734	3,8	3,0	1,4	1,0
WR.35	735	3,9	2,9	1,1	0,9
WR.35	736	3,5	3,1	1,2	1,0
WR.35	737	3,4	3,1	1,2	1,1
WR.35	738	3,9	3,4	1,2	0,9
WR.35	739	3,4	3,1	1,0	0,8
WR.35	740	3,7	3,1	1,3	1,0
WR.35	741	3,8	3,3	1,3	0,9
WR.35	742	3,9	3,0	1,5	0,9
WR.35	743	3,8	3,1	1,2	1,0
WR.35	744	3,6	3,0	1,2	0,9
WR.35	745	3,8	3,5	1,2	1,1
WR.35	746	3,4	3,0	1,3	1,0
WR.35	747	3,7	3,2	1,2	1,0
WR.35	748	3,0	2,5	1,0	0,7
WR.35	749	3,8	3,4	1,3	0,9
WR.35	750	3,3	2,8	1,2	0,8
WR.35	751	3,6	3,3	1,3	0,9
WR.35	752	3,8	3,0	1,3	1,0
WR.41	753	3,7	3,0	1,2	0,8
WR.41	754	3,4	2,8	1,3	1,0
WR.41	755	3,1	2,5	1,2	0,9
WR.41	756	4,1	3,2	1,3	1,0
WR.41	757	3,6	2,8	1,2	1,0
WR.41	758	3,7	3,0	1,2	0,9
WR.41	759	3,3	3,1	1,4	0,8
WR.41	760	3,8	2,9	1,3	0,9
WR.41	761	3,9	3,4	1,3	1,2
WR.41	762	3,3	2,8	1,1	0,8
WR.41	763	3,5	2,9	1,2	0,8
WR.41	764	3,9	3,3	1,3	1,0
WR.41	765	3,7	2,7	1,1	0,9
WR.41	766	4,0	3,7	1,3	0,8
WR.41	767	3,5	3,0	1,0	0,8
WR.41	768	3,5	3,2	1,1	0,8
WR.41	769	4,0	3,5	1,2	0,8
WR.41	770	3,8	3,1	1,5	0,9
WR.41	771	3,6	2,9	1,1	0,8
WR.41	772	3,7	2,8	1,3	0,9
WR.41	773	3,6	3,1	1,2	0,9
WR.41	774	3,2	2,9	1,0	0,9
WR.41	775	3,9	3,3	1,2	0,9
WR.41	776	3,2	2,9	1,2	0,8
WR.41	777	4,0	3,2	1,2	0,8
WR.41	778	3,8	3,1	1,3	0,9
WR.41	779	3,8	3,0	1,4	0,9
WR.41	780	3,6	2,9	1,2	0,7

**Tabla 32-11.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.41	781	3,4	3,1	1,1	0,9
WR.41	782	4,3	3,5	1,4	1,1
WR.41	783	3,1	2,6	1,1	0,7
WR.41	784	3,1	2,9	1,1	0,9
WR.41	785	3,4	3,2	1,3	0,9
WR.41	786	3,4	2,9	0,9	0,6
WR.41	787	3,6	3,0	1,1	0,9
WR.41	788	3,6	3,0	1,3	1,1
WR.41	789	3,9	3,5	1,5	1,2
WR.41	790	4,0	3,1	1,5	1,0
WR.41	791	4,0	3,5	1,5	1,0
WR.41	792	3,6	3,0	1,2	0,9
WR.41	793	3,6	2,8	1,2	0,9
WR.41	794	3,8	3,2	1,4	1,1
WR.41	795	3,1	3,1	1,1	0,9
WR.41	796	3,7	2,9	1,3	0,8
WR.41	797	3,3	3,0	0,9	0,6
WR.41	798	3,3	3,0	1,1	0,7
WR.41	799	3,8	3,0	1,2	0,9
WR.41	800	3,6	3,1	1,2	0,9
WR.41	801	3,9	3,6	1,4	1,0
WR.41	802	3,1	3,4	1,3	1,1
WR.41	803	3,5	3,1	1,2	0,9
WR.41	804	3,9	3,1	1,2	1,0
WR.41	805	3,6	3,3	1,3	1,0
WR.41	806	4,2	3,5	1,4	1,0
WR.41	807	3,5	3,1	1,4	1,1
WR.41	808	4,0	3,3	1,4	1,0
WR.41	809	3,9	3,3	1,5	1,1
WR.41	810	3,7	3,1	1,2	0,8
WR.41	811	4,1	3,4	1,3	1,0
WR.41	812	3,6	3,1	1,3	1,1
WR.41	813	3,9	3,3	1,3	0,9
WR.41	814	3,7	3,5	1,2	1,0
WR.43.1	815	3,2	2,7	1,2	0,7
WR.43.1	816	3,2	2,7	1,3	0,8
WR.43.1	817	3,4	3,0	1,3	1,1
WR.43.1	818	3,5	3,2	1,2	0,8
WR.43.1	819	3,8	3,3	1,3	1,0
WR.43.1	820	3,2	2,9	1,1	0,7
WR.43.1	821	2,9	2,9	1,2	0,8
WR.43.1	822	3,9	3,3	1,3	1,1
WR.43.1	823	4,8	3,5	1,6	1,1
WR.43.1	824	3,5	2,9	1,1	1,0
WR.43.1	825	3,7	3,1	1,5	1,0
WR.43.1	826	3,5	3,0	1,3	1,0
WR.43.1	827	4,1	3,2	1,5	1,2
WR.43.1	828	3,6	2,9	1,3	1,0
WR.43.1	829	3,4	2,9	1,3	1,0
WR.43.1	830	3,9	3,4	1,3	1,0
WR.43.1	831	3,8	3,1	1,4	1,0
WR.43.1	832	3,8	3,1	1,3	0,9
WR.43.1	833	3,8	3,3	1,2	0,7
WR.43.1	834	3,6	3,0	1,1	0,9
WR.43.1	835	3,7	3,1	1,1	1,0
WR.43.1	836	3,3	2,8	1,1	0,8
WR.43.1	837	3,6	3,0	1,2	0,8
WR.43.1	838	3,7	3,3	1,4	0,9
WR.43.1	839	4,3	3,4	1,7	1,3
WR.43.1	840	3,7	3,3	1,6	1,3
WR.43.1	841	3,6	2,7	1,3	1,0
WR.43.1	842	3,3	2,9	1,3	1,0
WR.43.1	843	3,7	2,9	1,2	0,9
WR.43.1	844	3,7	2,8	1,3	1,0
WR.43.1	845	3,2	2,8	1,2	0,8
WR.43.1	846	3,3	2,9	1,1	0,8
WR.43.1	847	3,6	2,8	1,4	0,9
WR.43.1	848	3,4	2,7	1,3	0,7
WR.43.1	849	3,2	2,5	1,2	0,8
WR.43.1	850	3,1	2,8	1,1	0,9
WR.43.1	851	3,5	3,2	1,3	1,1
WR.43.1	852	3,5	3,1	1,2	1,0
WR.43.1	853	3,8	3,6	1,3	1,0
WR.43.1	854	3,5	3,2	1,3	1,0
WR.43.1	855	3,6	3,3	1,4	0,9
WR.43.1	856	3,6	2,8	1,3	1,0
WR.43.1	857	3,5	3,2	1,4	1,2
WR.43.1	858	2,7	2,4	1,0	0,7

**Tabla 32-12.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.43.1	859	3,4	2,8	1,3	1,1
WR.43.1	860	3,5	3,1	1,3	1,0
WR.43.1	861	3,6	3,3	1,2	0,9
WR.43.1	862	3,4	3,2	1,3	0,9
WR.43.1	863	3,6	3,2	1,2	0,8
WR.43.1	864	3,5	2,8	1,3	0,9
WR.43.1	865	3,6	2,8	1,2	0,9
WR.43.1	866	3,3	2,6	1,2	1,0
WR.43.5	867	3,4	3,0	1,3	1,1
WR.43.5	868	3,0	2,3	1,1	0,9
WR.43.5	869	3,2	2,9	1,3	1,1
WR.43.5	870	3,3	2,9	1,3	0,9
WR.43.5	871	3,6	2,9	1,3	1,1
WR.43.5	872	3,4	2,9	1,2	1,1
WR.43.5	873	3,3	2,6	1,2	0,8
WR.43.5	874	3,3	2,8	1,3	1,1
WR.43.5	875	3,3	2,9	1,2	0,9
WR.43.5	876	3,1	2,8	1,2	0,8
WR.43.5	877	3,4	2,9	1,4	1,3
WR.43.5	878	3,4	2,7	1,4	0,9
WR.43.5	879	3,1	2,5	1,3	0,9
WR.43.5	880	3,2	2,6	1,2	0,8
WR.43.5	881	3,6	2,7	1,5	1,0
WR.43.5	882	3,4	2,8	1,2	1,0
WR.43.5	883	3,2	3,0	1,3	1,1
WR.43.5	884	3,4	2,8	1,3	0,9
WR.43.5	885	3,5	3,4	1,0	1,0
WR.43.5	886	3,6	3,1	1,2	1,0
WR.43.5	887	3,1	2,8	1,2	0,9
WR.43.5	888	3,1	2,5	1,4	0,9
WR.43.5	889	3,2	2,7	1,2	1,0
WR.43.5	890	3,6	3,2	1,4	1,1
WR.43.5	891	3,7	2,9	1,5	1,1
WR.43.5	892	3,4	2,7	1,2	1,1
WR.43.5	893	3,9	3,3	1,6	1,4
WR.43.5	894	3,7	3,1	1,5	1,1
WR.43.5	895	3,1	2,7	1,0	0,8
WR.43.5	896	3,1	3,0	1,3	1,0
WR.43.5	897	2,9	3,0	1,3	1,0
WR.43.5	898	3,7	2,9	1,3	1,0
WR.43.5	899	3,1	2,7	1,1	0,9
WR.43.5	900	3,9	3,1	1,5	1,1
WR.43.5	901	3,3	3,0	1,3	1,1
WR.43.5	902	3,3	2,8	1,1	0,7
WR.43.5	903	3,0	2,7	1,1	0,8
WR.43.5	904	4,0	2,8	1,1	0,9
WR.43.5	905	3,3	2,9	1,3	1,1
WR.43.5	906	3,4	3,0	1,2	0,9
WR.43.5	907	3,4	2,8	1,3	1,0
WR.43.5	908	3,5	2,8	1,4	0,9
WR.43.5	909	3,3	3,0	1,4	0,9
WR.43.5	910	3,4	2,9	1,4	1,0
WR.43.5	911	3,3	3,2	1,4	0,9
WR.43.5	912	3,0	3,1	1,0	1,0
WR.43.5	913	3,4	3,0	1,3	1,1
WR.43.5	914	3,4	2,8	1,4	0,9
WR.43.7	915	3,5	2,7	1,4	1,0
WR.43.7	916	3,2	2,7	1,2	1,0
WR.43.7	917	3,4	2,6	1,3	1,0
WR.43.7	918	3,3	2,8	1,2	0,8
WR.43.7	919	3,1	2,8	1,1	0,8
WR.43.7	920	3,3	2,8	1,3	1,1
WR.43.7	921	3,6	2,9	1,4	0,9
WR.43.7	922	3,5	2,8	1,3	1,0
WR.43.7	923	3,2	2,7	1,3	1,0
WR.43.7	924	3,7	2,9	1,4	0,9
WR.43.7	925	3,1	2,7	1,1	0,8
WR.43.7	926	3,2	2,8	1,3	0,9
WR.43.7	927	3,0	2,5	1,2	0,9
WR.43.7	928	3,1	2,7	1,1	0,8
WR.43.7	929	3,4	3,3	1,2	1,0
WR.43.7	930	3,4	2,9	1,1	0,9
WR.43.7	931	3,2	2,6	1,2	0,8
WR.43.7	932	3,1	2,7	1,2	0,9
WR.43.7	933	3,2	2,9	1,2	0,8
WR.43.7	934	3,3	2,9	1,3	0,9
WR.43.7	935	3,1	2,4	1,2	1,0
WR.43.7	936	2,9	2,8	1,3	0,7

**Tabla 32-13.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.43.7	937	3,2	2,7	1,3	0,8
WR.43.7	938	3,8	3,2	1,3	1,0
WR.43.7	939	3,1	2,8	1,2	1,0
WR.43.7	940	3,5	2,7	1,3	1,0
WR.43.7	941	3,5	2,9	1,3	1,1
WR.43.7	942	3,2	3,1	1,3	1,0
WR.43.7	943	3,0	3,0	1,3	0,9
WR.43.7	944	3,3	2,7	1,3	1,0
WR.43.7	945	3,4	3,0	1,3	1,0
WR.43.7	946	3,5	3,0	1,3	1,1
WR.43.7	947	3,6	2,6	1,5	0,9
WR.43.7	948	3,3	3,0	1,2	1,1
WR.43.7	949	3,7	3,1	1,4	1,2
WR.43.7	950	3,3	2,7	1,3	1,0
WR.43.7	951	4,0	3,2	1,5	1,0
WR.43.7	952	3,6	3,5	1,4	1,1
WR.43.7	953	3,4	2,9	1,3	0,8
WR.43.7	954	3,4	2,7	1,3	1,0
WR.43.7	955	3,1	2,4	1,3	1,0
WR.43.7	956	3,5	3,0	1,4	1,1
WR.43.7	957	3,5	2,9	1,3	1,0
WR.43.7	958	3,4	2,9	1,4	1,0
WR.43.7	959	3,2	2,7	1,2	1,0
WR.43.7	960	3,4	3,0	1,2	0,9
WR.43.7	961	3,7	3,0	1,4	1,1
WR.43.7	962	3,2	2,6	1,3	0,7
WR.43.7	963	3,2	3,0	1,1	1,0
WR.43.7	964	3,2	2,9	1,1	0,8
WR.43.7	965	3,3	2,9	1,1	0,8
WR.43.7	966	3,2	2,8	1,3	0,9
WR.43.7	967	3,1	2,6	1,2	1,0
WR.43.7	968	3,4	2,7	1,2	0,9
WR.43.7	969	3,4	2,9	1,3	1,0
WR.43.7	970	3,6	3,1	1,2	1,1
WR.43.7	971	3,6	3,2	1,3	1,0
WR.43.7	972	2,9	2,6	1,2	1,0
WR.43.7	973	3,3	2,8	1,3	1,0
WR.47	974	3,0	2,6	1,2	0,9
WR.47	975	4,0	3,4	1,5	1,0
WR.47	976	3,9	3,4	1,4	1,0
WR.47	977	3,7	3,0	1,3	1,0
WR.47	978	3,4	3,1	1,2	1,0
WR.47	979	3,8	3,0	1,2	0,9
WR.47	980	3,6	3,5	1,3	1,0
WR.47	981	3,8	3,1	1,2	1,0
WR.47	982	3,6	3,3	1,3	0,9
WR.47	983	2,8	2,8	1,2	0,8
WR.47	984	3,3	2,8	1,4	0,9
WR.47	985	4,0	3,5	1,2	0,9
WR.47	986	4,3	3,4	1,2	0,9
WR.47	987	4,0	3,5	1,2	1,2
WR.47	988	3,1	2,7	1,2	1,1
WR.47	989	3,5	3,1	1,3	1,0
WR.47	990	3,5	3,3	1,2	0,9
WR.47	991	3,3	2,9	1,2	1,0
WR.47	992	3,6	3,1	1,3	0,9
WR.47	993	2,9	2,6	1,2	0,7
WR.47	994	3,6	3,1	1,3	1,0
WR.47	995	3,9	3,4	1,3	1,1
WR.47	996	3,6	3,0	1,3	1,1
WR.47	997	3,4	3,1	1,4	1,1
WR.47	998	4,0	3,2	1,3	1,0
WR.47	999	3,6	2,8	1,3	0,9
WR.47	1000	3,6	2,9	1,3	0,9
WR.47	1001	3,8	3,1	1,4	0,9
WR.47	1002	3,5	2,6	1,2	0,9
WR.47	1003	3,2	2,8	1,1	0,9
WR.47	1004	3,7	3,3	1,3	1,1
WR.47	1005	4,0	3,4	1,1	0,9
WR.47	1006	3,6	3,3	1,3	0,9
WR.47	1007	3,3	2,8	1,2	0,7
WR.47	1008	3,0	2,5	1,2	0,8
WR.47	1009	3,2	2,9	1,2	0,9
WR.47	1010	3,9	3,2	1,2	1,1
WR.47	1011	4,1	3,5	1,3	0,9
WR.47	1012	3,5	3,3	1,1	1,0
WR.47	1013	3,6	3,2	1,0	1,0
WR.47	1014	4,1	3,4	1,2	0,8

**Tabla 32-14.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.47	1015	3,6	3,5	1,1	1,0
WR.47	1016	3,4	2,9	1,1	0,8
WR.47	1017	3,6	2,8	1,2	1,0
WR.47	1018	3,9	3,3	1,3	0,9
WR.47	1019	3,2	2,9	1,2	0,9
WR.47	1020	3,5	2,7	1,3	1,0
WR.47	1021	3,6	3,1	1,4	1,0
WR.47	1022	2,9	2,5	1,0	0,8
WR.47	1023	3,1	2,5	1,2	0,8
WR.47	1024	3,9	3,4	1,4	1,0
WR.47	1025	3,3	2,7	1,3	0,9
WR.47	1026	3,6	3,0	1,3	0,8
WR.47	1027	3,9	3,6	1,4	0,9
WR.47	1028	4,0	3,5	1,3	1,1
WR.47	1029	3,7	3,2	1,5	0,9
WR.47	1030	3,9	3,4	1,4	0,9
WR.47	1031	3,9	3,2	1,3	0,9
WR.47	1032	3,9	3,4	1,2	1,0
WR.47	1033	3,9	3,5	1,5	1,0
WR.47	1034	3,8	3,0	1,5	1,1
WR.47	1035	3,9	3,2	1,4	1,0
WR.47	1036	4,2	3,7	1,4	1,2
WR.47	1037	3,7	3,1	1,5	1,0
WR.47	1038	3,6	2,9	1,2	0,9
WR.47	1039	3,5	3,0	1,2	0,8
WR.47	1040	3,7	3,2	1,3	1,1
WR.47	1041	3,4	3,0	1,1	0,8
WR.47	1042	4,0	3,2	1,3	1,0
WR.47	1043	3,2	2,9	1,1	0,8
WR.47	1044	3,9	3,5	1,2	1,0
WR.47	1045	3,6	2,9	1,2	1,0
WR.47	1046	3,4	2,9	1,1	0,9
WR.47	1047	3,6	3,0	1,3	0,9
WR.47	1048	3,9	3,2	1,4	1,0
WR.49sup.	1049	3,5	3,2	1,3	1,0
WR.49sup.	1050	3,9	3,3	1,4	1,1
WR.49sup.	1051	3,4	2,6	1,4	0,8
WR.49sup.	1052	3,2	2,8	1,2	0,8
WR.49sup.	1053	3,9	3,0	1,4	1,2
WR.49sup.	1054	3,3	3,1	1,1	0,8
WR.49sup.	1055	4,1	3,6	1,4	1,3
WR.49sup.	1056	3,9	3,1	1,3	0,9
WR.49sup.	1057	4,3	3,1	1,4	0,9
WR.49sup.	1058	3,6	3,2	1,2	1,0
WR.49sup.	1059	3,6	3,4	1,4	0,9
WR.49sup.	1060	3,4	3,2	1,2	1,0
WR.49sup.	1061	3,4	3,2	1,2	0,9
WR.49sup.	1062	2,9	2,8	0,9	0,9
WR.49sup.	1063	3,4	3,0	1,1	1,0
WR.49sup.	1064	4,2	3,7	1,5	1,0
WR.49sup.	1065	3,3	3,0	1,3	0,9
WR.49sup.	1066	3,2	2,8	1,1	0,8
WR.49sup.	1067	4,0	3,2	1,3	1,1
WR.49sup.	1068	3,4	3,1	1,2	1,0
WR.49sup.	1069	3,9	3,2	1,2	0,9
WR.49sup.	1070	3,8	2,8	1,3	0,9
WR.49sup.	1071	3,9	3,7	1,3	0,9
WR.49sup.	1072	3,3	2,9	1,0	0,7
WR.49sup.	1073	3,5	2,9	1,0	0,8
WR.49sup.	1074	4,0	3,1	1,3	0,9
WR.49sup.	1075	3,5	3,2	1,1	0,9
WR.49sup.	1076	3,1	2,9	1,0	1,0
WR.49sup.	1077	3,6	3,3	1,2	1,0
WR.49sup.	1078	3,7	3,1	1,3	0,9
WR.49sup.	1079	3,8	3,4	1,5	1,0
WR.49sup.	1080	3,7	3,3	1,2	0,9
WR.49sup.	1081	3,8	3,3	1,3	1,0
WR.49sup.	1082	3,6	3,5	1,1	1,1
WR.49sup.	1083	3,4	2,8	1,3	0,8
WR.49sup.	1084	3,5	3,2	1,3	0,9
WR.49sup.	1085	3,6	2,7	1,3	1,0
WR.49sup.	1086	3,6	3,1	1,2	0,9
WR.49sup.	1087	3,5	3,0	1,0	0,8
WR.49sup.	1088	3,6	3,2	1,4	1,1
WR.49sup.	1089	3,5	3,1	1,4	0,9
WR.49sup.	1090	3,9	3,5	1,5	0,9
WR.49sup.	1091	4,0	3,2	1,5	1,0
WR.49sup.	1092	3,1	2,9	1,2	0,9

**Tabla 32-15.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.49sup.	1093	3,8	3,0	1,4	1,0
WR.49sup.	1094	4,1	3,2	1,4	1,1
WR.49sup.	1095	3,5	2,9	1,4	0,9
WR.49sup.	1096	3,8	2,8	1,5	0,9
WR.49sup.	1097	3,8	3,3	1,2	1,0
WR.49sup.	1098	3,7	2,9	1,1	0,8
WR.49sup.	1099	3,2	2,9	1,2	0,8
WR.49sup.	1100	3,6	2,9	1,3	1,0
WR.49sup.	1101	3,4	3,2	1,3	1,0
WR.49sup.	1102	3,6	3,2	1,1	0,9
WR.49sup.	1103	3,6	3,4	1,1	0,8
WR.49sup.	1104	3,6	3,2	1,3	0,9
WR.49sup.	1105	4,1	3,7	1,4	1,1
WR.49sup.	1106	3,5	3,8	1,1	0,9
WR.49sup.	1107	3,0	2,7	1,3	1,1
WR.49sup.	1108	3,6	3,2	1,2	0,8
WR.49sup.	1109	2,9	3,0	1,2	0,8
WR.49sup.	1110	3,1	2,5	1,2	0,9
WR.49sup.	1111	3,6	3,0	1,3	0,9
WR.49sup.	1112	3,1	3,0	1,1	0,9
WR.49sup.	1113	3,9	3,3	1,3	1,0
WR.49sup.	1114	3,1	2,7	1,1	0,8
WR.49sup.	1115	4,1	3,6	1,2	1,1
WR.49sup.	1116	3,9	2,7	1,0	0,9
WR.49sup.	1117	3,7	3,3	1,3	1,2
WR.49sup.	1118	3,5	2,9	1,3	1,0
WR.49sup.	1119	3,3	2,8	1,3	1,0
WR.49sup.	1120	4,1	3,3	1,5	1,1
WR.49sup.	1121	4,5	3,6	1,8	1,0
WR.49sup.	1122	3,2	3,3	1,0	0,8
WR.49sup.	1123	3,4	2,9	1,2	0,9
WR.49sup.	1124	3,1	2,9	1,2	0,9
WR.49sup.	1125	3,4	2,9	1,2	1,1
WR.49sup.	1126	3,1	3,1	1,1	0,9
WR.49sup.	1127	3,5	3,4	1,2	1,0
WR.49sup.	1128	3,3	3,1	1,1	0,8
WR.49sup.	1129	4,4	3,2	1,2	1,1
WR.49sup.	1130	3,8	3,1	1,6	1,2
WR.53	1131	3,8	3,7	1,0	0,9
WR.53	1132	3,5	3,2	1,2	1,1
WR.53	1133	3,4	3,0	1,1	0,9
WR.53	1134	3,4	2,5	1,2	0,8
WR.53	1135	3,6	3,2	1,1	0,8
WR.53	1136	3,6	3,2	1,1	0,9
WR.53	1137	3,3	3,2	1,3	1,1
WR.53	1138	3,5	3,1	1,1	1,0
WR.53	1139	3,2	2,8	1,3	0,9
WR.53	1140	3,1	2,8	1,0	0,7
WR.53	1141	3,8	2,7	1,3	1,1
WR.53	1142	3,6	2,8	1,2	1,1
WR.53	1143	3,4	3,0	1,2	1,0
WR.53	1144	3,0	2,7	1,0	0,8
WR.53	1145	4,2	3,1	1,6	1,2
WR.53	1146	3,4	2,6	1,2	0,8
WR.53	1147	3,6	3,1	1,2	1,0
WR.53	1148	3,1	2,9	1,0	0,9
WR.53	1149	3,5	3,4	1,4	1,1
WR.53	1150	3,7	3,3	1,3	0,9
WR.53	1151	4,1	3,4	1,6	1,2
WR.53	1152	3,3	2,8	1,1	0,7
WR.53	1153	3,8	3,2	1,3	0,9
WR.53	1154	3,3	2,7	1,1	0,9
WR.53	1155	3,1	3,0	1,0	0,8
WR.53	1156	3,6	3,5	1,1	1,0
WR.53	1157	4,0	2,9	1,3	0,9
WR.53	1158	3,4	2,7	1,2	0,9
WR.53	1159	3,4	3,0	1,0	0,9
WR.53	1160	3,5	3,0	1,2	0,8
WR.53	1161	3,6	3,0	1,2	0,9
WR.53	1162	3,8	3,4	1,3	1,0
WR.53	1163	3,3	2,8	1,1	0,8
WR.53	1164	3,1	2,9	1,1	0,9
WR.53	1165	3,5	3,2	1,5	1,1
WR.53	1166	3,3	3,0	1,3	1,0
WR.53	1167	3,5	3,3	1,1	0,9
WR.53	1168	3,5	3,0	1,3	1,0
WR.53	1169	4,3	4,0	1,4	1,2
WR.53	1170	3,6	3,6	1,3	1,2

**Tabla 32-16.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.53	1171	3,4	3,1	1,3	1,1
WR.53	1172	3,4	3,1	1,1	1,0
WR.53	1173	3,4	3,0	1,5	1,0
WR.53	1174	3,7	3,3	1,5	1,1
WR.53	1175	3,1	3,1	1,0	0,9
WR.53	1176	3,7	3,0	1,4	1,0
WR.53	1177	3,4	3,3	1,3	1,0
WR.53	1178	3,9	3,1	1,2	1,1
WR.53	1179	3,4	2,8	1,0	0,9
WR.53	1180	3,5	3,3	1,3	1,1
WR.53	1181	3,8	3,2	1,5	1,1
WR.53	1182	3,8	3,7	1,3	1,1
WR.53	1183	3,7	3,2	1,4	1,0
WR.53	1184	4,1	3,6	1,0	0,9
WR.53	1185	3,8	3,4	1,5	1,0
WR.53	1186	3,2	2,9	1,4	1,0
WR.53	1187	3,6	2,9	1,2	0,7
WR.53	1188	4,1	3,1	1,3	1,1
WR.53	1189	3,6	3,6	1,6	0,9
WR.53	1190	3,6	2,9	1,5	1,2
WR.53	1191	3,8	3,1	1,4	1,0
WR.53	1192	4,1	3,2	1,4	1,1
WR.53	1193	3,2	3,0	1,2	0,9
WR.53	1194	3,3	3,2	1,2	0,9
WR.53	1195	4,2	3,6	1,5	1,2
WR.53	1196	3,2	3,4	1,4	1,1
WR.53	1197	4,1	3,4	1,3	1,0
WR.53	1198	3,6	3,2	1,3	1,0
WR.53	1199	4,6	3,3	1,4	1,1
WR.53	1200	4,2	3,8	1,4	1,2
WR.53	1201	3,8	3,3	1,5	0,7
WR.53	1202	3,2	2,7	1,5	1,0
WR.53	1203	3,6	3,5	1,6	1,2
WR.53	1204	3,4	3,0	1,6	1,0
WR.53	1205	3,7	3,6	1,8	1,2
WR.53	1206	4,1	3,4	1,5	1,0
WR.53	1207	3,3	2,8	1,4	0,9
WR.53	1208	3,7	3,1	1,5	1,1
WR.53	1209	3,8	3,2	1,5	1,0
WR.53	1210	3,4	3,0	1,3	0,9
WR.53	1211	3,4	2,9	1,4	1,0
WR.53	1212	3,8	3,3	1,3	1,1
WR.53	1213	4,2	4,0	1,8	1,2
WR.53	1214	3,1	2,6	1,2	0,9
WR.53	1215	3,4	3,2	1,4	1,0
WR.53	1216	3,7	3,1	1,6	1,1
WR.57	1217	3,8	3,7	1,4	1,0
WR.57	1218	3,6	3,5	1,1	1,0
WR.57	1219	3,4	3,1	1,2	1,0
WR.57	1220	3,7	3,0	1,2	1,0
WR.57	1221	3,7	3,6	1,2	0,9
WR.57	1222	3,8	3,0	1,3	1,0
WR.57	1223	3,4	3,0	1,3	1,0
WR.57	1224	4,1	3,1	1,5	0,8
WR.57	1225	3,9	3,0	1,4	1,0
WR.57	1226	4,2	3,5	1,5	1,0
WR.57	1227	4,0	3,4	1,5	1,1
WR.57	1228	3,7	2,8	1,1	0,9
WR.57	1229	3,9	3,6	1,3	0,9
WR.57	1230	3,9	3,2	1,7	1,2
WR.57	1231	4,3	3,2	1,4	1,1
WR.57	1232	3,9	3,2	1,5	1,0
WR.57	1233	3,5	3,3	1,3	1,3
WR.57	1234	3,8	3,6	1,3	1,0
WR.57	1235	3,8	3,5	1,5	1,1
WR.57	1236	3,8	3,2	1,4	0,8
WR.57	1237	3,7	3,6	1,1	1,0
WR.57	1238	4,0	3,5	1,3	1,1
WR.57	1239	4,1	3,4	1,3	0,8
WR.57	1240	4,1	3,3	1,6	0,9
WR.57	1241	3,8	3,4	1,6	1,1
WR.57	1242	4,1	3,4	1,3	1,1
WR.57	1243	3,9	3,4	1,6	1,3
WR.57	1244	3,9	3,1	1,2	0,8
WR.57	1245	4,1	3,6	1,3	0,9
WR.57	1246	3,6	3,3	1,4	1,1
WR.57	1247	4,5	3,7	1,7	1,3
WR.57	1248	4,0	2,9	1,4	1,0



**Tabla 32-17.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.57	1249	4,1	3,4	1,1	0,9
WR.57	1250	3,7	3,4	1,5	1,2
WR.57	1251	4,0	3,4	1,5	1,1
WR.57	1252	4,0	3,5	1,6	1,2
WR.57	1253	4,0	3,6	1,4	1,1
WR.57	1254	3,9	3,4	1,6	1,2
WR.57	1255	4,6	3,9	1,6	1,0
WR.57	1256	3,8	3,5	1,3	1,0
WR.57	1257	4,2	3,3	1,6	1,3
WR.57	1258	4,1	3,2	1,6	1,2
WR.57	1259	3,5	2,9	1,2	0,8
WR.57	1260	4,1	3,8	1,4	1,0
WR.57	1261	4,5	4,2	1,7	1,2
WR.57	1262	4,1	4,0	1,6	1,2
WR.57	1263	3,7	3,3	1,5	1,3
WR.57	1264	3,6	3,2	1,4	0,9
WR.57	1265	4,1	3,0	1,3	0,9
WR.57	1266	3,8	3,3	1,3	1,1
WR.57	1267	3,8	3,1	1,3	0,9
WR.57	1268	4,1	3,6	1,3	0,9
WR.57	1269	4,4	3,3	1,3	1,2
WR.57	1270	4,0	3,7	1,4	1,1
WR.57	1271	3,9	3,0	1,3	1,1
WR.57	1272	3,5	3,1	1,1	1,0
WR.57	1273	4,0	3,4	1,4	1,1
WR.57	1274	3,8	3,3	1,7	1,2
WR.57	1275	3,5	3,5	1,3	1,0
WR.57	1276	4,0	3,4	1,4	0,9
WR.57	1277	4,1	3,7	1,2	1,1
WR.57	1278	3,6	2,7	1,3	0,7
WR.57	1279	3,4	3,4	1,1	1,0
WR.57	1280	3,6	2,5	1,6	1,2
WR.57	1281	3,4	2,6	1,0	0,7
WR.57	1282	3,8	2,9	1,2	0,9
WR.57	1283	3,4	3,2	1,3	1,1
WR.57	1284	3,7	3,7	1,5	1,1
WR.57	1285	4,1	3,5	1,3	1,1
WR.57	1286	3,6	3,1	1,4	1,0
WR.61	1287	3,7	2,8	1,6	1,0
WR.61	1288	4,0	3,6	1,1	0,9
WR.61	1289	4,2	3,9	1,2	1,0
WR.61	1290	4,2	3,3	1,3	0,9
WR.61	1291	3,8	3,3	1,2	0,9
WR.61	1292	4,0	3,4	1,1	0,8
WR.61	1293	3,9	3,2	1,5	1,0
WR.61	1294	4,3	3,4	1,4	1,0
WR.61	1295	3,9	2,8	1,4	0,9
WR.61	1296	3,7	3,1	1,3	1,0
WR.61	1297	4,3	3,8	1,2	0,9
WR.61	1298	4,0	3,4	1,4	0,9
WR.61	1299	3,2	2,8	1,1	0,8
WR.61	1300	3,2	2,6	1,0	0,7
WR.61	1301	4,0	3,3	1,1	0,8
WR.61	1302	3,8	3,1	1,2	1,0
WR.61	1303	3,2	3,1	1,3	0,9
WR.61	1304	3,0	2,7	1,1	0,7
WR.61	1305	3,8	3,1	1,3	0,9
WR.61	1306	3,9	3,2	1,1	0,8
WR.61	1307	3,5	3,4	1,0	0,7
WR.61	1308	4,0	3,6	1,5	1,1
WR.61	1309	3,5	3,2	1,3	1,0
WR.61	1310	3,2	2,9	1,0	0,9
WR.61	1311	3,4	2,8	1,1	0,9
WR.61	1312	4,2	3,1	1,1	1,0
WR.61	1313	4,0	3,3	1,9	1,0
WR.61	1314	3,6	3,2	1,1	0,9
WR.61	1315	3,6	3,4	1,2	0,9
WR.61	1316	3,6	2,8	1,2	1,0
WR.61	1317	3,6	2,9	1,2	0,8
WR.61	1318	3,9	3,5	1,4	1,1
WR.61	1319	3,9	3,4	1,2	0,9
WR.61	1320	3,7	3,1	1,3	0,8
WR.61	1321	3,5	3,1	1,2	0,9
WR.61	1322	3,4	3,0	1,2	0,9
WR.61	1323	4,0	3,8	1,1	0,9
WR.61	1324	3,8	3,2	1,4	0,9
WR.61	1325	3,4	2,8	1,0	0,9
WR.61	1326	3,5	3,2	1,2	1,0

**Tabla 32-18.- *Lotharingius hauffii* B**

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.61	1327	3,1	2,9	1,1	0,8
WR.61	1328	3,3	2,8	1,1	1,0
WR.61	1329	3,6	2,9	1,2	0,7
WR.61	1330	3,8	3,4	1,0	0,7
WR.61	1331	3,5	3,0	1,2	0,9
WR.61	1332	3,8	3,5	1,3	1,0
WR.61	1333	3,4	2,8	1,3	0,9
WR.61	1334	4,2	3,0	1,3	1,0
WR.61	1335	3,4	3,1	1,3	1,0
WR.61	1336	3,3	3,1	1,1	0,9
WR.61	1337	3,8	3,3	1,2	0,8
WR.61	1338	3,9	3,6	1,2	0,9
WR.61	1339	4,2	3,6	1,5	1,1
WR.61	1340	3,4	3,3	1,4	1,1
WR.61	1341	3,8	3,6	1,1	0,8
WR.61	1342	3,6	3,2	1,2	0,9
WR.61	1343	3,4	3,1	1,1	0,8
WR.61	1344	3,7	3,1	1,4	0,9
WR.61	1345	4,0	3,2	1,5	1,0
WR.61	1346	3,6	3,2	1,2	0,8
WR.61	1347	3,9	3,2	1,3	1,0
WR.61	1348	4,2	3,4	1,2	1,0
WR.61	1349	3,7	3,1	1,1	0,6
WR.61	1350	3,4	3,1	1,3	1,0
WR.61	1351	3,7	3,0	1,1	0,8
WR.61	1352	4,1	3,4	1,1	0,9
WR.61	1353	4,1	3,8	1,3	1,0
WR.61	1354	4,1	3,6	1,3	1,0
WR.61	1355	4,0	3,1	1,4	0,9
WR.61	1356	3,7	2,7	1,1	1,1
WR.61	1357	4,3	3,5	1,5	1,0
WR.61	1358	3,1	2,9	1,2	0,9
WR.61	1359	3,7	3,0	1,3	1,0
WR.61	1360	3,7	3,3	1,0	0,8
WR.61	1361	3,4	3,1	1,2	0,8
WR.61	1362	3,5	3,3	1,5	1,2
WR.61	1363	3,7	2,5	1,1	0,9
WR.61	1364	3,9	3,6	1,1	0,9

Tabla 33-1.- *Lotharingius sigillatus*

		Cocolito Coccolith		Area central Central area	
Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.13	1	4,19	3,31	1,95	1,43
WR.13	2	3,80	3,11	1,55	1,11
WR.13	3	3,78	3,10	1,70	1,22
WR.13	4	3,75	3,12	1,69	1,08
WR.13	5	3,66	3,15	1,69	1,15
WR.13	6	3,31	2,83	1,52	0,97
WR.13	7	4,26	3,45	1,87	1,33
WR.13	8	3,68	3,11	1,67	1,05
WR.13	9	4,07	3,16	1,73	0,99
WR.13	10	3,65	3,00	1,66	1,25
WR.13	11	3,73	3,32	1,59	1,17
WR.13	12	3,65	2,99	1,63	1,04
WR.13	13	3,97	3,44	1,76	1,22
WR.13	14	3,94	3,19	1,99	1,52
WR.13	15	4,23	3,83	2,19	1,59
WR.13	16	3,58	2,61	1,61	1,12
WR.13	17	4,16	3,13	2,12	1,38
WR.13	18	4,18	3,13	1,62	1,06
WR.13	19	3,62	2,94	1,60	1,07
WR.13	20	3,99	3,29	1,80	1,08
WR.13	21	4,03	3,61	1,58	1,34
WR.13	22	3,42	2,80	1,57	1,14
WR.13	23	3,75	2,94	1,44	1,23
WR.13	24	3,73	2,85	1,50	1,01
WR.13	25	3,75	3,11	1,35	1,03
WR.13	26	3,84	3,05	1,62	1,17
WR.13	27	3,72	3,10	2,12	1,49
WR.13	28	3,76	3,04	1,75	1,26
WR.13	29	3,65	3,13	1,51	1,17
WR.13	30	3,83	3,45	1,70	1,27
WR.13	31	3,83	3,12	1,47	1,12
WR.13	32	3,53	2,88	1,68	1,15
WR.13	33	3,34	2,97	1,30	0,99
WR.13	34	3,77	2,84	1,55	1,05
WR.13	35	3,78	3,13	1,51	1,10
WR.13	36	3,48	2,90	1,47	1,14
WR.13	37	3,78	3,06	2,13	1,40
WR.13	38	3,43	2,80	1,51	1,12
WR.13	39	4,31	3,61	2,07	1,59
WR.13	40	3,57	2,95	1,69	1,26
WR.13	41	3,08	2,56	1,51	1,03
WR.13	42	4,14	3,28	1,80	1,19
WR.13	43	3,66	3,00	1,53	1,16
WR.13	44	3,53	3,00	1,41	1,07
WR.13	45	3,95	3,25	1,64	1,05
WR.13	46	3,70	2,91	1,43	1,05
WR.13	47	3,91	2,83	1,64	1,21
WR.13	48	4,01	3,41	1,69	1,32
WR.13	49	3,93	3,35	1,88	1,19
WR.13	50	3,86	2,89	2,04	1,13
WR.13	51	3,89	2,85	1,65	1,15
WR.13	52	3,55	2,96	1,73	1,14
WR.13	53	3,88	3,03	1,52	1,14
WR.13	54	3,89	2,96	1,78	1,08
WR.13	55	3,77	2,70	1,52	1,14
WR.13	56	4,13	3,20	1,95	1,32
WR.13	57	3,95	3,37	1,89	1,25
WR.13	58	4,11	3,25	1,94	1,27
WR.13	59	3,96	3,45	1,96	1,39
WR.13	60	3,56	2,74	1,60	0,96
WR.13	61	3,27	3,32	1,55	1,17
WR.13	62	4,15	3,38	1,88	1,42
WR.13	63	4,39	3,21	1,93	1,22
WR.13	64	3,72	2,63	1,76	1,24
WR.13	65	4,10	3,38	2,16	1,56
WR.13	66	4,11	3,49	1,70	1,28
WR.13	67	4,36	3,35	1,68	1,32
WR.13	68	3,80	2,83	1,59	1,12
WR.13	69	3,46	3,10	1,65	1,31
WR.13	70	3,61	2,69	1,52	1,06
WR.13	71	3,80	3,15	1,70	1,32
WR.13	72	4,08	3,06	1,77	1,17
WR.13	73	4,15	3,15	1,57	1,23
WR.13	74	4,27	3,14	1,75	1,07
WR.17	75	3,77	3,07	1,53	1,03
WR.17	76	3,89	2,97	1,96	1,20
WR.17	77	4,27	3,79	1,43	1,15
WR.17	78	3,63	3,39	1,82	1,43

Grupos Groups	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width	F. Longitud F. Length	F. Anchura F. Width
0,4	0	0	0	0
0,6	0	0	0	0
0,8	0	0	0	0
1,0	0	0	0	70
1,2	0	0	0	519
1,4	0	0	115	310
1,6	0	0	383	73
1,8	0	0	284	5
2,0	0	0	145	1
2,2	0	0	33	0
2,4	0	2	13	0
2,6	0	12	4	0
2,8	0	45	1	0
3,0	3	121	0	0
3,2	10	267	0	0
3,4	38	252	0	0
3,6	103	157	0	0
3,8	220	83	0	0
4,0	231	30	0	0
4,2	182	7	0	0
4,4	118	1	0	0
4,6	40	0	0	0
4,8	22	1	0	0
5,0	5	0	0	0
5,2	6	0	0	0
5,4	0	0	0	0
5,6	0	0	0	0

Cocolito (Coccolith)	Longitud (Length)	Máx (Max)	Min (Min)	Med (Mean)
		5,2	2,9	3,9
Área central (Central area)	Anchura (Width)	4,6	2,3	3,3
	Longitud (Length)	2,7	1,2	1,6
	Anchura (Width)	1,7	0,9	1,2

**Tabla 33-2.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.17	79	4,31	3,67	1,71	1,14
WR.17	80	4,85	3,83	1,83	1,51
WR.17	81	4,39	3,39	1,81	0,90
WR.17	82	4,17	3,10	1,60	1,08
WR.17	83	4,15	3,22	1,89	1,23
WR.17	84	4,41	3,33	1,74	1,11
WR.17	85	3,95	3,16	1,52	1,10
WR.17	86	3,87	3,80	1,51	1,34
WR.17	87	3,50	3,17	1,52	0,98
WR.17	88	4,02	2,99	1,86	1,16
WR.17	89	4,64	4,02	1,67	1,35
WR.17	90	4,03	3,10	1,88	1,08
WR.17	91	3,91	3,10	1,77	1,22
WR.17	92	3,85	3,55	1,79	1,23
WR.17	93	4,26	3,31	1,65	1,09
WR.17	94	3,77	3,00	1,60	1,14
WR.17	95	3,98	3,22	1,52	1,23
WR.17	96	3,98	3,40	1,67	1,36
WR.17	97	3,83	3,64	1,32	1,13
WR.17	98	4,01	3,70	1,60	1,05
WR.17	99	3,92	3,36	1,45	1,04
WR.17	100	4,18	3,03	1,66	1,04
WR.17	101	3,81	3,20	1,39	1,07
WR.17	102	4,21	3,40	1,92	1,51
WR.17	103	3,98	3,37	1,51	1,31
WR.17	104	4,27	3,50	1,80	1,30
WR.17	105	4,06	3,13	1,63	1,24
WR.17	106	3,87	3,17	1,92	1,20
WR.17	107	3,95	3,22	1,67	1,17
WR.17	108	3,64	2,93	1,36	1,08
WR.17	109	3,90	3,37	1,78	1,09
WR.17	110	4,30	3,72	1,86	1,25
WR.17	111	4,40	3,19	1,86	1,34
WR.17	112	3,47	3,03	1,71	1,14
WR.17	113	3,21	2,48	1,56	1,19
WR.17	114	3,95	3,32	1,63	1,24
WR.17	115	4,38	3,68	1,59	1,47
WR.17	116	4,47	3,46	1,94	1,26
WR.17	117	4,50	3,48	1,90	1,43
WR.17	118	4,15	3,41	1,99	1,43
WR.17	119	3,69	2,82	1,54	0,96
WR.17	120	3,70	3,51	1,89	1,37
WR.17	121	4,02	3,16	1,52	1,19
WR.17	122	4,23	3,46	1,94	1,31
WR.17	123	3,66	3,13	1,69	1,15
WR.17	124	3,82	3,01	1,56	1,04
WR.17	125	3,51	3,12	1,43	1,18
WR.17	126	3,65	3,00	1,72	1,14
WR.17	127	4,07	3,23	1,55	1,28
WR.17	128	3,61	3,24	1,35	1,15
WR.17	129	4,39	3,55	1,73	1,24
WR.17	130	3,52	3,13	1,39	1,00
WR.17	131	3,51	2,82	1,51	0,99
WR.17	132	3,99	2,90	1,76	0,98
WR.17	133	4,41	3,41	1,77	1,26
WR.17	134	4,24	3,86	1,61	1,35
WR.17	135	3,67	3,15	1,43	0,99
WR.17	136	4,17	3,48	1,60	1,33
WR.17	137	3,81	2,95	1,49	1,05
WR.17	138	4,23	3,43	1,84	1,25
WR.17	139	3,81	3,04	1,61	1,17
WR.17	140	3,64	3,10	1,23	1,07
WR.17	141	4,33	3,42	1,74	1,25
WR.17	142	3,88	2,94	1,44	1,00
WR.17	143	3,93	3,11	1,78	1,70
WR.17	144	3,71	3,10	1,40	1,19
WR.17	145	4,07	3,17	1,65	0,96
WR.17	146	3,74	3,16	1,50	1,03
WR.17	147	4,28	3,26	1,56	1,32
WR.17	148	4,07	3,47	1,51	1,17
WR.17	149	3,79	3,09	1,41	1,14
WR.21	150	4,14	3,34	1,91	1,46
WR.21	151	4,20	3,44	1,45	1,11
WR.21	152	3,28	2,97	1,40	1,10
WR.21	153	3,43	2,92	1,39	0,87
WR.21	154	4,04	2,85	1,74	1,25
WR.21	155	4,06	3,18	1,54	1,25
WR.21	156	3,91	3,19	1,41	1,03

**Tabla 33-3.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.21	157	3,99	3,20	1,55	1,24
WR.21	158	3,43	3,02	1,43	1,00
WR.21	159	3,37	3,81	1,77	1,33
WR.21	160	3,78	2,95	1,40	1,17
WR.21	161	3,39	2,71	1,52	1,15
WR.21	162	4,06	3,06	1,58	1,16
WR.21	163	4,37	3,46	1,88	1,31
WR.21	164	3,94	3,67	1,49	1,16
WR.21	165	4,44	3,64	1,74	1,21
WR.21	166	4,16	3,72	1,87	1,33
WR.21	167	3,82	3,06	1,41	1,21
WR.21	168	3,87	3,09	1,43	1,06
WR.21	169	3,95	3,10	1,50	1,21
WR.21	170	3,80	3,22	1,56	1,10
WR.21	171	3,59	3,22	1,58	1,17
WR.21	172	3,83	3,32	1,64	1,27
WR.21	173	4,22	3,18	1,65	1,19
WR.21	174	4,46	3,55	1,86	1,42
WR.21	175	3,90	3,43	1,86	1,20
WR.21	176	3,93	3,29	1,95	1,18
WR.21	177	3,87	3,22	1,67	1,19
WR.21	178	3,90	3,10	1,76	1,10
WR.21	179	3,77	3,06	1,43	1,09
WR.21	180	4,24	3,40	1,66	1,15
WR.21	181	3,83	2,96	1,61	1,11
WR.21	182	3,95	3,11	1,55	1,20
WR.21	183	4,36	3,64	1,65	1,19
WR.21	184	3,80	2,97	1,84	1,15
WR.21	185	3,71	3,03	1,40	1,08
WR.21	186	3,64	2,79	1,46	1,00
WR.21	187	3,77	3,13	1,55	1,08
WR.21	188	3,94	3,36	1,72	1,14
WR.21	189	4,48	3,50	2,01	1,25
WR.21	190	4,09	3,27	2,06	1,22
WR.21	191	4,47	3,77	1,87	1,38
WR.21	192	3,59	2,90	1,78	1,02
WR.21	193	4,60	3,61	1,93	1,39
WR.21	194	3,88	3,12	1,56	1,21
WR.21	195	4,59	4,06	1,60	1,29
WR.21	196	4,51	3,92	1,91	1,52
WR.21	197	3,90	3,70	1,71	1,17
WR.21	198	3,79	2,78	1,62	1,08
WR.21	199	4,22	3,82	1,81	1,27
WR.21	200	4,05	3,46	1,64	1,48
WR.21	201	4,24	3,49	1,44	0,98
WR.21	202	4,33	3,41	1,71	1,37
WR.21	203	4,72	4,05	1,94	1,39
WR.21	204	5,12	3,94	2,06	1,53
WR.21	205	4,74	4,17	2,12	1,49
WR.21	206	4,09	3,66	1,89	1,56
WR.21	207	4,20	3,54	1,78	1,33
WR.21	208	4,65	3,93	1,56	1,22
WR.21	209	4,44	3,58	1,80	1,43
WR.21	210	3,68	3,34	1,54	1,21
WR.21	211	3,83	3,43	1,50	1,15
WR.21	212	4,47	3,75	1,66	1,01
WR.21	213	4,15	3,32	1,49	1,23
WR.21	214	4,26	3,56	1,65	1,03
WR.21	215	3,84	3,54	1,74	1,24
WR.21	216	3,47	2,92	1,61	1,06
WR.21	217	3,42	2,92	1,39	1,20
WR.21	218	3,24	2,90	1,58	1,13
WR.21	219	4,30	3,32	1,91	1,25
WR.21	220	3,65	3,15	1,69	1,17
WR.21	221	3,72	3,05	1,44	1,11
WR.21	222	4,51	3,72	1,90	1,48
WR.21	223	3,75	3,05	1,75	1,22
WR.21	224	4,04	3,29	1,59	1,27
WR.21	225	4,29	3,31	1,77	1,29
WR.21	226	3,84	3,45	1,77	1,33
WR.21	227	3,73	3,37	1,67	1,31
WR.21	228	3,80	3,07	1,59	1,26
WR.21	229	4,37	3,63	1,91	1,47
WR.21	230	3,68	3,33	1,50	1,17
WR.21	231	4,26	3,82	1,60	1,21
WR.21	232	3,97	3,58	1,74	1,25
WR.21	233	4,19	3,23	1,64	1,02
WR.21	234	4,39	3,19	1,77	1,39

**Tabla 33-4.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.21	235	3,94	3,10	1,85	1,09
WR.21	236	3,58	2,77	1,79	1,06
WR.21	237	4,00	3,58	1,97	1,37
WR.21	238	4,44	3,90	1,96	1,00
WR.21	239	3,84	2,98	1,60	1,12
WR.21	240	3,99	3,68	1,65	1,09
WR.21	241	4,25	3,83	1,60	1,19
WR.21	242	4,55	3,40	1,59	1,40
WR.21	243	4,09	3,85	1,64	1,43
WR.25	244	4,64	3,53	1,86	1,30
WR.25	245	4,05	3,00	1,69	1,25
WR.25	246	3,81	3,74	1,44	1,05
WR.25	247	4,35	3,72	1,50	1,23
WR.25	248	4,08	3,48	1,62	1,25
WR.25	249	4,17	3,32	1,66	1,06
WR.25	250	4,10	3,13	1,75	1,29
WR.25	251	3,90	3,25	1,76	1,32
WR.25	252	4,01	3,21	1,55	1,17
WR.25	253	3,94	3,38	1,53	1,23
WR.25	254	3,73	3,00	1,43	1,16
WR.25	255	4,38	3,36	1,70	1,09
WR.25	256	3,70	3,10	1,30	1,19
WR.25	257	3,77	2,99	1,59	1,12
WR.25	258	3,95	3,34	1,84	1,29
WR.25	259	3,77	3,10	1,38	1,06
WR.25	260	3,84	3,05	1,44	1,07
WR.25	261	4,42	3,81	1,71	1,30
WR.25	262	3,96	2,90	1,50	0,98
WR.25	263	4,29	3,63	1,99	1,31
WR.25	264	3,47	3,08	1,31	1,00
WR.25	265	3,93	3,00	1,31	1,05
WR.25	266	4,30	3,61	1,73	1,23
WR.25	267	3,87	3,26	1,64	1,17
WR.25	268	5,16	4,60	2,25	1,82
WR.25	269	4,62	3,78	1,86	1,52
WR.25	270	4,25	3,50	1,98	1,22
WR.25	271	4,28	3,67	2,04	1,49
WR.25	272	4,90	4,16	2,14	1,54
WR.25	273	3,97	2,94	1,56	1,21
WR.25	274	3,97	3,04	1,50	1,16
WR.25	275	4,89	4,13	2,08	1,71
WR.25	276	4,50	3,63	2,04	1,49
WR.25	277	3,66	3,06	1,56	1,05
WR.25	278	3,93	3,16	1,61	1,22
WR.25	279	4,73	3,96	2,04	1,58
WR.25	280	4,13	3,46	1,89	1,26
WR.25	281	4,29	3,37	1,69	1,30
WR.25	282	4,29	3,81	2,22	1,33
WR.25	283	4,24	3,71	1,94	1,34
WR.25	284	4,74	3,56	1,98	1,38
WR.25	285	4,12	3,25	1,54	1,01
WR.25	286	3,73	3,27	1,59	1,13
WR.25	287	4,39	3,90	1,87	1,33
WR.25	288	3,13	2,93	1,42	1,01
WR.25	289	3,24	2,89	1,39	0,94
WR.25	290	3,62	2,95	1,44	1,07
WR.25	291	3,68	3,06	1,50	1,03
WR.25	292	3,57	2,82	1,63	1,12
WR.25	293	4,48	3,50	1,70	1,13
WR.25	294	3,91	3,02	1,61	1,29
WR.25	295	3,62	3,24	1,67	1,12
WR.25	296	3,71	3,28	1,67	1,30
WR.25	297	3,80	3,06	1,36	1,14
WR.25	298	3,78	3,04	1,38	1,01
WR.25	299	4,33	3,78	1,67	1,30
WR.25	300	3,83	3,20	1,58	1,00
WR.25	301	4,09	3,42	1,55	1,05
WR.25	302	3,92	3,40	1,45	1,18
WR.25	303	3,58	3,11	1,32	1,19
WR.25	304	3,92	3,33	1,45	1,08
WR.25	305	4,17	3,22	2,02	1,17
WR.29	306	3,97	3,67	1,52	1,10
WR.29	307	3,96	3,39	1,79	1,40
WR.29	308	5,09	3,53	1,99	1,38
WR.29	309	5,13	3,47	1,86	1,33
WR.29	310	4,20	3,56	1,84	1,29
WR.29	311	3,61	3,37	1,51	1,12
WR.29	312	3,85	3,03	1,58	1,19

**Tabla 33-5.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.29	313	4,05	3,51	1,61	1,17
WR.29	314	3,53	2,62	1,61	1,24
WR.29	315	4,51	3,51	1,91	1,37
WR.29	316	4,68	3,66	1,88	1,40
WR.29	317	4,07	3,52	1,83	1,38
WR.29	318	4,05	3,54	1,90	1,42
WR.29	319	3,88	3,43	1,48	1,20
WR.29	320	3,86	2,85	2,07	1,39
WR.29	321	4,63	3,86	1,87	1,36
WR.29	322	3,83	3,95	1,66	1,44
WR.29	323	3,81	3,30	1,71	1,18
WR.29	324	3,56	3,22	1,56	1,14
WR.29	325	3,62	3,20	1,54	1,14
WR.29	326	4,06	3,50	1,39	1,02
WR.29	327	3,66	3,08	1,42	0,97
WR.29	328	3,74	3,16	1,31	0,97
WR.29	329	3,72	3,41	1,81	1,39
WR.29	330	4,36	3,25	1,46	1,28
WR.29	331	3,74	3,11	1,35	1,05
WR.29	332	3,64	3,21	1,47	1,25
WR.29	333	3,80	3,01	1,62	1,07
WR.29	334	3,85	3,30	1,74	1,45
WR.29	335	3,90	3,02	1,45	1,11
WR.29	336	4,40	3,58	1,65	1,25
WR.29	337	4,57	3,91	1,70	1,30
WR.29	338	3,88	3,40	1,50	1,20
WR.29	339	4,02	3,56	1,63	1,35
WR.29	340	3,92	3,15	1,85	1,29
WR.29	341	3,03	2,45	1,40	1,00
WR.29	342	3,77	2,89	1,45	1,12
WR.29	343	3,71	2,73	1,29	1,05
WR.29	344	3,84	3,54	1,51	0,94
WR.29	345	4,50	3,44	1,80	1,31
WR.29	346	3,95	3,38	1,58	1,21
WR.29	347	3,75	3,12	1,76	1,04
WR.29	348	4,03	3,35	1,43	1,12
WR.29	349	4,50	3,69	1,58	1,28
WR.29	350	4,19	3,61	1,63	1,14
WR.29	351	3,42	2,85	1,37	1,01
WR.29	352	3,99	3,04	1,51	1,13
WR.29	353	3,73	3,20	1,40	1,19
WR.29	354	4,14	3,74	1,40	1,29
WR.29	355	4,40	3,36	1,61	1,48
WR.29	356	3,17	2,79	1,46	0,97
WR.29	357	4,00	3,39	1,47	1,11
WR.29	358	3,97	3,41	1,58	1,21
WR.33	359	4,08	3,39	1,68	1,20
WR.33	360	3,98	3,73	1,67	1,26
WR.33	361	3,98	3,33	1,69	1,20
WR.33	362	4,36	3,63	1,59	1,34
WR.33	363	2,92	2,94	1,34	0,99
WR.33	364	3,55	3,45	1,88	1,46
WR.33	365	4,23	3,48	1,67	1,31
WR.33	366	3,92	3,49	1,81	1,36
WR.33	367	4,05	3,35	1,94	1,38
WR.33	368	4,01	3,33	1,84	1,38
WR.33	369	4,21	3,73	1,68	1,39
WR.33	370	4,16	3,17	1,40	1,03
WR.33	371	4,28	3,47	1,35	1,12
WR.33	372	3,55	3,22	1,58	1,10
WR.33	373	3,53	2,97	1,54	0,97
WR.33	374	4,18	3,49	1,73	1,45
WR.33	375	4,13	3,54	1,40	0,94
WR.33	376	4,14	3,48	1,72	1,25
WR.33	377	3,59	3,30	1,34	1,12
WR.33	378	4,12	3,35	1,38	0,96
WR.33	379	4,23	3,77	1,31	1,26
WR.33	380	4,36	3,38	1,54	1,13
WR.33	381	3,67	3,38	1,33	0,95
WR.33	382	4,12	3,31	1,64	1,22
WR.33	383	3,52	3,06	1,27	1,00
WR.33	384	4,52	3,75	1,62	1,35
WR.33	385	4,25	3,26	1,62	1,06
WR.33	386	4,28	3,41	1,44	1,08
WR.33	387	3,94	3,53	1,30	1,04
WR.33	388	4,17	3,16	1,50	0,98
WR.33	389	3,61	3,42	1,28	1,01
WR.33	390	3,46	3,04	1,39	1,08

**Tabla 33-6.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.33	391	4,02	3,54	1,32	0,96
WR.33	392	3,84	3,22	1,54	1,12
WR.33	393	3,90	3,12	1,50	1,11
WR.33	394	3,79	2,77	1,72	1,10
WR.33	395	3,48	2,80	1,51	1,19
WR.33	396	3,17	2,88	1,49	1,05
WR.33	397	3,93	3,34	1,42	0,96
WR.33	398	3,69	3,07	1,33	1,16
WR.33	399	4,07	3,64	1,85	1,19
WR.33	400	3,43	3,37	1,32	1,10
WR.33	401	3,72	2,83	1,88	1,03
WR.33	402	4,04	3,51	1,83	1,20
WR.33	403	3,63	2,93	1,43	1,00
WR.33	404	3,28	3,15	1,26	1,15
WR.33	405	3,71	2,98	1,63	1,12
WR.33	406	4,07	3,17	1,57	1,29
WR.33	407	3,80	3,56	1,54	1,18
WR.33	408	3,65	3,28	1,27	0,97
WR.33	409	4,09	3,01	2,04	1,10
WR.33	410	3,40	3,22	1,36	1,02
WR.33	411	3,83	3,33	1,31	1,06
WR.33	412	3,88	3,20	1,31	1,17
WR.33	413	3,12	2,32	1,60	0,97
WR.33	414	4,37	3,03	1,38	1,12
WR.33	415	3,90	3,59	1,39	1,18
WR.33	416	4,30	3,68	1,69	1,28
WR.33	417	4,46	3,75	1,72	1,31
WR.35	418	3,50	2,91	1,46	1,02
WR.35	419	4,18	3,51	1,65	1,29
WR.35	420	4,21	3,49	1,61	1,22
WR.35	421	4,02	3,12	1,53	1,13
WR.35	422	3,33	3,21	1,72	1,24
WR.35	423	3,82	3,37	1,52	1,14
WR.35	424	3,75	3,30	1,67	1,29
WR.35	425	3,95	3,27	1,53	1,17
WR.35	426	3,59	2,90	1,56	1,06
WR.35	427	3,68	3,14	1,38	1,13
WR.35	428	4,32	3,69	1,54	1,18
WR.35	429	3,80	3,13	1,37	1,04
WR.35	430	3,79	3,20	1,49	1,12
WR.35	431	3,80	3,11	1,55	1,07
WR.35	432	3,76	3,24	1,59	1,09
WR.35	433	4,40	3,67	2,18	1,47
WR.35	434	3,62	3,29	1,20	1,09
WR.35	435	4,02	3,09	1,80	1,25
WR.35	436	3,88	2,78	1,83	1,04
WR.35	437	4,10	3,20	1,74	1,23
WR.35	438	3,73	3,20	1,43	1,00
WR.35	439	3,58	3,11	1,57	1,18
WR.35	440	3,74	3,13	1,52	1,14
WR.35	441	4,05	3,04	1,66	1,08
WR.35	442	2,93	2,66	1,30	1,04
WR.35	443	3,60	3,14	1,31	0,99
WR.35	444	3,73	2,77	1,66	1,22
WR.35	445	3,55	2,41	1,62	0,98
WR.35	446	4,22	3,20	1,72	1,34
WR.35	447	3,60	2,99	1,56	1,15
WR.35	448	3,48	2,56	1,67	0,94
WR.35	449	4,04	3,30	1,80	1,29
WR.35	450	3,51	2,79	1,37	1,01
WR.35	451	4,00	3,14	1,57	1,24
WR.35	452	3,97	3,56	1,70	1,21
WR.35	453	3,34	3,10	1,57	1,13
WR.35	454	3,39	2,96	1,77	1,20
WR.35	455	3,84	3,37	1,46	1,08
WR.35	456	3,43	3,11	1,48	1,06
WR.35	457	3,65	2,95	1,54	1,15
WR.35	458	4,35	3,22	1,96	1,17
WR.35	459	4,10	3,49	1,42	1,08
WR.35	460	4,01	3,33	1,83	1,43
WR.35	461	4,32	3,37	1,59	1,14
WR.35	462	3,88	3,14	1,55	1,18
WR.35	463	3,33	3,01	1,52	1,11
WR.35	464	3,74	3,07	1,58	1,14
WR.35	465	3,77	3,24	1,81	1,34
WR.35	466	3,97	3,41	2,03	1,22
WR.35	467	4,13	3,29	1,97	1,08
WR.35	468	4,16	3,62	1,60	1,28



**Tabla 33-7.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.35	469	3,74	3,60	1,34	1,25
WR.35	470	3,72	3,34	1,65	1,38
WR.35	471	3,69	2,82	1,50	1,02
WR.35	472	3,89	3,20	1,28	1,00
WR.35	473	4,39	3,68	1,67	1,36
WR.35	474	4,05	3,68	1,48	1,18
WR.35	475	3,84	3,11	1,51	1,15
WR.35	476	3,97	3,26	1,59	1,18
WR.35	477	3,67	2,71	1,96	1,22
WR.41	478	4,26	3,44	1,80	1,24
WR.41	479	3,21	2,86	1,27	1,03
WR.41	480	3,93	3,10	1,50	1,13
WR.41	481	4,17	3,11	2,06	1,19
WR.41	482	3,68	3,15	1,55	1,16
WR.41	483	3,68	3,33	1,64	1,21
WR.41	484	3,88	3,15	1,55	1,21
WR.41	485	3,58	3,01	1,77	1,10
WR.41	486	3,45	3,16	1,46	1,09
WR.41	487	4,11	3,00	1,92	1,08
WR.41	488	3,33	2,79	1,53	1,06
WR.41	489	3,33	2,73	1,48	1,17
WR.41	490	3,80	3,00	1,57	1,06
WR.41	491	4,05	3,02	1,50	1,06
WR.41	492	4,47	3,10	1,94	1,17
WR.41	493	3,69	3,19	1,60	1,07
WR.41	494	3,63	3,04	1,86	1,25
WR.41	495	3,52	2,91	1,33	1,05
WR.41	496	4,24	3,23	1,52	1,03
WR.41	497	3,75	3,08	1,50	1,18
WR.41	498	3,71	3,11	1,67	1,16
WR.41	499	5,09	3,48	1,77	1,14
WR.41	500	3,98	3,25	1,62	1,26
WR.41	501	4,26	3,61	1,60	1,22
WR.41	502	3,91	3,38	1,65	1,32
WR.41	503	4,21	3,58	1,80	1,18
WR.41	504	4,00	3,82	1,83	1,15
WR.41	505	3,98	3,44	1,56	1,09
WR.41	506	4,17	3,51	1,49	1,29
WR.41	507	4,10	3,47	1,67	1,19
WR.41	508	4,12	3,70	1,57	1,20
WR.41	509	4,67	3,77	1,53	1,13
WR.41	510	4,00	3,14	1,86	1,23
WR.41	511	4,09	3,20	1,54	1,07
WR.41	512	3,71	3,39	1,63	1,12
WR.41	513	4,56	3,47	1,44	1,14
WR.41	514	3,80	3,05	1,62	1,03
WR.41	515	4,26	3,55	1,53	1,22
WR.41	516	4,61	3,80	1,89	1,46
WR.41	517	4,20	3,34	1,80	1,17
WR.41	518	4,22	3,12	2,11	1,23
WR.41	519	3,47	3,02	1,50	1,18
WR.41	520	4,02	3,52	1,71	1,31
WR.41	521	3,97	3,26	1,37	1,02
WR.41	522	3,79	3,35	1,45	1,02
WR.41	523	3,33	3,01	1,47	0,93
WR.41	524	4,09	3,15	1,88	1,37
WR.41	525	3,59	3,03	1,62	1,20
WR.41	526	4,04	3,49	1,50	1,00
WR.41	527	3,65	3,06	1,44	1,10
WR.41	528	4,02	3,21	1,55	1,09
WR.41	529	3,90	3,04	1,37	1,07
WR.41	530	3,79	3,21	1,42	1,17
WR.41	531	3,70	3,17	1,42	1,06
WR.41	532	4,02	3,60	1,55	1,21
WR.41	533	4,19	3,80	1,78	1,25
WR.41	534	4,38	3,49	1,97	1,58
WR.41	535	3,89	3,21	1,30	1,11
WR.41	536	3,65	3,01	1,56	1,06
WR.41	537	4,25	3,75	1,61	1,06
WR.41	538	4,13	3,65	1,32	1,18
WR.41	539	3,98	3,64	1,54	1,25
WR.41	540	3,98	3,27	1,43	1,06
WR.41	541	3,78	3,09	1,64	1,00
WR.41	542	4,18	3,50	1,77	1,28
WR.41	543	4,14	3,59	1,69	1,28
WR.41	544	4,28	3,49	1,37	1,07
WR.41	545	4,78	3,87	1,71	1,09
WR.41	546	4,10	3,54	1,69	1,47

**Tabla 33-8.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.41	547	3,59	3,20	1,48	1,04
WR.41	548	3,84	3,20	1,60	0,97
WR.41	549	4,35	3,63	1,68	1,39
WR.41	550	3,95	3,49	1,58	1,31
WR.41	551	4,13	3,40	1,67	1,30
WR.41	552	4,19	3,37	1,87	1,33
WR.41	553	3,72	3,29	1,50	1,10
WR.41	554	3,78	3,40	1,40	1,15
WR.41	555	3,80	3,15	1,69	1,23
WR.43.1	556	3,45	3,02	1,70	1,21
WR.43.1	557	4,26	3,72	1,49	1,05
WR.43.1	558	3,93	3,46	2,00	1,19
WR.43.1	559	3,89	3,52	1,52	1,12
WR.43.1	560	4,46	3,53	1,90	1,17
WR.43.1	561	3,92	3,47	1,45	1,03
WR.43.1	562	4,94	3,75	2,40	1,25
WR.43.1	563	4,00	3,95	1,66	1,27
WR.43.1	564	4,32	3,46	1,48	1,17
WR.43.1	565	4,14	2,97	1,72	1,22
WR.43.1	566	4,11	3,59	1,44	1,14
WR.43.1	567	3,42	2,94	1,36	1,03
WR.43.1	568	3,86	3,26	1,49	1,16
WR.43.1	569	3,68	3,10	1,46	0,97
WR.43.1	570	3,93	3,12	1,39	1,24
WR.43.1	571	4,20	3,63	1,67	1,24
WR.43.1	572	4,14	3,18	1,62	1,17
WR.43.1	573	4,15	3,40	1,40	1,14
WR.43.1	574	3,69	3,25	1,49	1,02
WR.43.1	575	3,85	3,60	1,42	1,03
WR.43.1	576	3,68	3,14	1,51	1,04
WR.43.1	577	4,00	3,29	1,48	1,13
WR.43.1	578	4,39	3,42	1,54	1,27
WR.43.1	579	4,28	3,80	1,91	1,24
WR.43.1	580	4,67	3,80	1,83	1,47
WR.43.1	581	4,10	3,54	1,62	1,11
WR.43.1	582	4,25	3,50	1,67	1,39
WR.43.1	583	4,79	3,79	1,81	1,55
WR.43.1	584	4,54	3,56	1,71	1,18
WR.43.1	585	4,14	3,53	1,68	1,35
WR.43.1	586	3,91	3,45	1,62	1,28
WR.43.1	587	3,81	3,22	1,56	1,10
WR.43.1	588	3,80	3,14	1,47	0,98
WR.43.1	589	3,71	3,16	1,90	1,34
WR.43.1	590	3,90	2,92	1,53	1,08
WR.43.1	591	3,87	3,27	1,92	1,36
WR.43.1	592	3,68	3,24	1,50	1,07
WR.43.1	593	4,03	3,27	1,51	0,96
WR.43.1	594	3,69	3,51	1,42	1,08
WR.43.1	595	4,37	3,34	2,03	1,44
WR.43.1	596	3,83	3,25	1,57	1,21
WR.43.1	597	4,11	3,22	1,94	1,17
WR.43.1	598	3,86	3,27	1,39	1,06
WR.43.1	599	3,85	3,01	1,73	1,04
WR.43.1	600	3,77	3,32	1,47	1,19
WR.43.1	601	3,93	3,37	1,49	1,03
WR.43.1	602	3,70	3,02	1,59	1,15
WR.43.1	603	4,22	3,42	1,83	1,14
WR.43.1	604	4,36	3,85	1,95	1,55
WR.43.1	605	3,72	3,10	1,75	1,32
WR.43.1	606	4,09	3,31	1,49	1,21
WR.43.1	607	4,41	3,61	1,68	1,19
WR.43.1	608	3,81	3,33	1,35	1,03
WR.43.1	609	4,12	3,48	1,55	1,37
WR.43.1	610	3,97	3,35	1,52	0,91
WR.43.1	611	4,04	3,17	1,64	1,16
WR.43.1	612	3,78	3,08	1,53	0,92
WR.43.1	613	3,90	3,08	1,52	1,15
WR.43.1	614	3,73	3,28	1,38	1,09
WR.43.1	615	4,02	2,88	1,53	1,03
WR.43.1	616	3,84	3,33	1,56	1,30
WR.43.1	617	4,13	3,37	1,64	1,36
WR.43.1	618	4,06	3,43	1,56	1,40
WR.43.1	619	4,35	3,83	1,79	1,34
WR.43.1	620	4,58	3,56	1,72	1,26
WR.43.1	621	4,56	4,09	1,99	1,55
WR.43.1	622	4,09	3,29	1,46	1,10
WR.43.1	623	4,03	3,38	1,54	1,11
WR.43.1	624	3,59	3,42	1,23	1,13

**Tabla 33-9.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.43.1	625	4,57	3,53	1,89	1,37
WR.43.1	626	3,67	3,11	1,55	1,12
WR.43.1	627	4,02	3,46	1,45	1,10
WR.43.1	628	4,02	3,40	1,97	1,35
WR.43.5	629	3,77	3,05	1,40	1,18
WR.43.5	630	3,71	3,10	1,57	1,02
WR.43.5	631	4,19	3,23	1,58	1,01
WR.43.5	632	4,19	3,39	1,37	1,12
WR.43.5	633	4,06	3,44	1,53	1,13
WR.43.5	634	3,90	3,53	1,40	1,23
WR.43.5	635	4,61	3,97	1,90	1,38
WR.43.5	636	3,96	3,38	1,48	0,96
WR.43.5	637	4,67	3,40	1,50	1,21
WR.43.5	638	3,86	3,54	1,62	1,16
WR.43.5	639	4,11	3,36	1,76	1,22
WR.43.5	640	4,06	3,14	1,60	1,15
WR.43.5	641	3,81	3,17	1,71	1,30
WR.43.5	642	3,46	3,07	1,54	1,20
WR.43.5	643	3,39	3,02	1,36	1,12
WR.43.5	644	3,69	3,35	1,37	1,02
WR.43.5	645	3,80	3,32	1,33	1,13
WR.43.5	646	3,96	3,25	1,55	1,06
WR.43.5	647	3,12	2,93	1,24	1,06
WR.43.5	648	3,58	3,11	1,59	1,26
WR.43.5	649	3,95	3,72	1,68	1,34
WR.43.5	650	4,14	3,37	1,55	1,14
WR.43.5	651	3,72	3,08	1,63	1,18
WR.43.5	652	3,45	3,27	1,42	1,11
WR.43.5	653	3,52	3,18	1,53	1,19
WR.43.5	654	4,09	3,12	1,69	1,15
WR.43.5	655	3,54	2,49	1,54	1,13
WR.43.5	656	3,68	3,13	1,54	1,24
WR.43.5	657	3,66	2,88	1,54	1,07
WR.43.5	658	4,17	3,47	1,59	1,06
WR.43.5	659	3,96	3,14	1,62	1,19
WR.43.5	660	3,51	2,85	1,57	1,23
WR.43.5	661	3,96	3,79	1,67	1,36
WR.43.5	662	3,51	2,84	1,73	1,34
WR.43.5	663	3,44	3,15	1,54	1,08
WR.43.5	664	3,88	3,24	1,45	1,14
WR.43.5	665	3,28	2,55	1,31	1,05
WR.43.5	666	3,77	3,36	1,56	1,18
WR.43.5	667	3,92	3,13	1,54	1,19
WR.43.5	668	3,87	3,21	1,76	1,26
WR.43.5	669	4,01	3,77	1,64	1,43
WR.43.5	670	3,52	3,12	1,76	1,18
WR.43.5	671	3,78	2,71	1,81	1,39
WR.43.5	672	3,37	2,75	1,59	1,41
WR.43.5	673	4,29	3,17	1,85	1,23
WR.43.5	674	3,52	2,68	1,41	0,96
WR.43.5	675	3,85	2,83	1,70	1,14
WR.43.5	676	3,92	3,10	1,59	1,18
WR.43.5	677	4,10	3,27	1,60	1,00
WR.43.5	678	4,13	3,34	1,64	1,12
WR.43.5	679	3,53	2,95	1,40	1,12
WR.43.5	680	3,57	2,92	1,40	1,23
WR.43.5	681	3,78	3,20	1,65	1,21
WR.43.5	682	3,78	3,10	1,52	1,15
WR.43.5	683	4,00	3,00	1,53	1,21
WR.43.5	684	3,58	3,15	1,63	1,03
WR.43.5	685	3,24	2,89	1,34	1,12
WR.43.5	686	3,39	2,66	1,38	1,09
WR.43.5	687	3,70	3,01	1,62	1,29
WR.43.5	688	3,25	3,14	1,35	1,15
WR.43.5	689	3,81	2,84	1,54	1,23
WR.43.5	690	4,30	3,76	1,93	1,54
WR.43.5	691	3,81	2,88	1,42	1,20
WR.43.5	692	3,77	3,46	1,71	1,36
WR.43.5	693	3,86	3,30	1,50	1,16
WR.43.5	694	3,60	3,30	1,38	1,13
WR.43.5	695	3,68	3,26	1,63	1,21
WR.43.5	696	3,69	3,24	1,70	1,15
WR.43.5	697	3,57	2,58	1,41	1,09
WR.43.5	698	3,97	3,31	1,55	1,19
WR.43.5	699	3,44	2,86	1,42	1,08
WR.43.5	700	3,85	3,07	1,68	1,25
WR.43.5	701	4,26	3,60	1,58	1,27
WR.43.5	702	3,71	2,99	1,54	1,17

**Tabla 33-10.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.43.5	703	3,64	2,43	1,55	1,06
WR.43.5	704	3,39	3,18	1,34	0,92
WR.43.7	705	3,78	3,20	1,63	1,32
WR.43.7	706	3,28	2,82	1,49	1,15
WR.43.7	707	3,28	3,04	1,36	1,07
WR.43.7	708	3,98	3,09	1,56	1,01
WR.43.7	709	3,66	3,03	1,50	1,24
WR.43.7	710	3,65	3,05	1,66	1,18
WR.43.7	711	4,08	3,14	1,45	1,04
WR.43.7	712	3,54	2,77	1,38	1,05
WR.43.7	713	4,02	3,23	1,57	1,09
WR.43.7	714	3,97	2,92	1,80	1,13
WR.43.7	715	3,75	3,01	1,76	0,96
WR.43.7	716	3,82	3,12	1,72	1,15
WR.43.7	717	3,56	2,88	1,48	1,07
WR.43.7	718	3,56	3,16	1,51	1,02
WR.43.7	719	3,86	3,02	1,39	1,10
WR.43.7	720	3,94	3,21	1,54	1,22
WR.43.7	721	3,55	2,99	1,30	1,14
WR.43.7	722	4,08	3,75	1,61	1,39
WR.43.7	723	3,83	3,02	1,70	1,25
WR.43.7	724	3,53	3,04	1,62	1,18
WR.43.7	725	3,41	2,70	1,44	1,13
WR.43.7	726	3,19	2,97	1,47	1,06
WR.43.7	727	3,69	2,77	1,46	1,01
WR.43.7	728	3,73	3,21	1,68	1,20
WR.43.7	729	3,73	3,21	1,74	1,23
WR.43.7	730	3,64	2,99	1,46	1,14
WR.43.7	731	3,39	3,01	1,32	1,02
WR.43.7	732	3,62	2,81	1,37	1,07
WR.43.7	733	3,71	3,08	1,51	1,06
WR.43.7	734	3,96	3,34	1,66	1,34
WR.43.7	735	3,86	3,09	1,66	1,13
WR.43.7	736	4,13	3,02	1,61	1,14
WR.43.7	737	3,93	3,00	1,76	1,19
WR.43.7	738	4,12	3,09	1,78	1,13
WR.43.7	739	3,82	3,33	1,48	1,23
WR.43.7	740	3,95	3,33	1,65	1,45
WR.43.7	741	3,62	2,92	1,64	1,35
WR.43.7	742	3,65	3,10	1,38	1,22
WR.43.7	743	3,30	2,72	1,40	1,03
WR.43.7	744	3,59	3,38	1,40	1,07
WR.43.7	745	3,47	2,63	1,40	1,06
WR.43.7	746	3,72	3,04	1,43	1,05
WR.43.7	747	4,45	3,49	1,85	1,05
WR.43.7	748	4,06	3,21	1,37	1,05
WR.43.7	749	3,81	3,23	1,69	1,23
WR.43.7	750	3,23	2,96	1,33	1,13
WR.43.7	751	3,51	2,91	1,52	1,21
WR.43.7	752	2,90	2,39	1,45	1,09
WR.43.7	753	3,52	2,75	1,36	1,06
WR.43.7	754	3,45	3,04	1,50	1,05
WR.43.7	755	3,97	3,17	1,83	1,23
WR.43.7	756	3,75	2,90	1,69	1,16
WR.43.7	757	3,48	2,73	1,25	0,94
WR.43.7	758	3,67	3,14	1,86	1,15
WR.43.7	759	3,91	3,08	1,64	1,19
WR.43.7	760	3,64	2,80	1,47	1,09
WR.43.7	761	3,70	2,91	1,58	1,12
WR.43.7	762	3,36	3,16	1,54	1,17
WR.43.7	763	3,30	2,79	1,48	1,06
WR.43.7	764	3,89	3,11	1,68	1,18
WR.43.7	765	3,05	2,59	1,36	1,01
WR.43.7	766	3,90	3,56	1,50	1,19
WR.43.7	767	3,66	3,21	1,55	1,21
WR.43.7	768	3,88	3,21	1,69	1,23
WR.43.7	769	3,95	3,33	1,69	1,36
WR.43.7	770	3,22	2,88	1,48	1,07
WR.43.7	771	3,80	2,99	1,55	1,11
WR.43.7	772	3,41	2,64	1,41	0,95
WR.43.7	773	3,75	3,04	1,63	1,21
WR.43.7	774	3,64	2,85	1,56	1,20
WR.43.7	775	3,50	2,80	1,49	1,09
WR.43.7	776	3,76	3,20	1,67	1,44
WR.43.7	777	3,11	2,58	1,39	0,98
WR.43.7	778	3,53	2,74	1,37	0,97
WR.43.7	779	3,72	2,78	1,44	1,03
WR.43.7	780	3,94	3,14	1,73	1,34

**Tabla 33-11.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.43.7	781	3,59	3,02	1,49	1,10
WR.43.7	782	3,99	2,81	1,65	1,02
WR.43.7	783	3,67	2,97	1,68	1,16
WR.43.7	784	3,34	2,64	1,51	1,04
WR.43.7	785	3,62	3,05	1,64	1,16
WR.47	786	3,61	2,76	1,44	1,12
WR.47	787	3,71	3,05	1,52	0,95
WR.47	788	4,00	3,30	1,81	1,30
WR.47	789	3,96	3,10	1,82	1,15
WR.47	790	3,36	2,90	1,41	1,19
WR.47	791	3,77	3,08	1,79	1,31
WR.47	792	3,64	3,05	1,46	1,01
WR.47	793	3,52	2,82	1,33	1,01
WR.47	794	4,47	3,69	1,38	1,17
WR.47	795	3,83	3,34	1,43	1,00
WR.47	796	4,16	3,51	1,51	1,22
WR.47	797	4,22	3,77	1,54	1,27
WR.47	798	4,35	3,44	1,65	1,09
WR.47	799	3,84	3,24	1,52	1,21
WR.47	800	3,59	2,81	1,44	0,95
WR.47	801	3,56	3,03	1,51	1,10
WR.47	802	3,67	3,31	1,58	1,07
WR.47	803	3,72	3,13	1,44	1,07
WR.47	804	4,21	3,22	1,62	1,24
WR.47	805	3,54	3,00	1,42	1,00
WR.47	806	4,17	3,60	1,37	1,19
WR.47	807	3,67	2,89	1,34	1,05
WR.47	808	3,81	3,16	1,52	1,14
WR.47	809	3,85	2,89	1,67	1,17
WR.47	810	3,78	3,36	1,46	1,15
WR.47	811	3,79	3,27	1,56	1,30
WR.47	812	3,90	3,22	1,30	1,07
WR.47	813	3,75	3,15	1,41	1,13
WR.47	814	4,10	3,37	1,62	1,27
WR.47	815	3,87	3,23	1,55	1,11
WR.47	816	3,93	3,18	1,75	1,02
WR.47	817	3,93	2,87	1,52	0,99
WR.47	818	4,46	3,51	1,78	1,22
WR.47	819	3,88	2,90	1,34	1,06
WR.47	820	3,62	3,26	1,30	1,06
WR.47	821	3,63	3,23	1,35	1,00
WR.47	822	3,72	3,24	1,46	1,04
WR.47	823	4,11	3,34	1,36	1,14
WR.47	824	3,90	3,35	1,45	0,99
WR.47	825	3,70	2,78	1,46	1,11
WR.47	826	3,83	2,91	1,47	1,06
WR.47	827	4,06	3,12	1,64	1,16
WR.47	828	3,83	3,40	1,61	1,17
WR.47	829	4,05	3,28	1,45	1,10
WR.47	830	3,75	3,16	1,68	1,17
WR.47	831	3,62	2,67	1,44	1,02
WR.47	832	3,72	2,91	1,42	1,11
WR.47	833	3,94	3,21	1,26	1,17
WR.47	834	4,16	3,73	1,51	1,25
WR.47	835	3,98	3,33	1,99	1,37
WR.47	836	3,66	3,11	1,57	0,97
WR.47	837	3,48	2,79	1,50	1,19
WR.47	838	4,35	3,44	1,57	1,08
WR.47	839	4,04	3,27	1,75	1,20
WR.47	840	3,76	3,33	1,46	1,04
WR.47	841	3,64	2,92	1,54	1,09
WR.47	842	3,77	2,66	1,70	1,12
WR.47	843	3,91	3,16	1,68	1,18
WR.47	844	3,63	3,44	1,53	1,17
WR.47	845	3,68	3,13	1,67	1,22
WR.47	846	3,70	3,06	1,52	1,12
WR.47	847	3,54	2,73	1,37	1,13
WR.49sup.	848	3,69	3,09	1,79	1,12
WR.49sup.	849	4,04	3,16	1,76	1,19
WR.49sup.	850	3,75	3,00	1,59	1,03
WR.49sup.	851	3,94	3,39	1,50	1,15
WR.49sup.	852	3,82	3,17	1,41	1,01
WR.49sup.	853	4,10	3,16	1,52	1,07
WR.49sup.	854	3,79	3,08	1,52	1,29
WR.49sup.	855	4,12	3,39	1,51	1,19
WR.49sup.	856	3,71	3,20	1,28	1,09
WR.49sup.	857	3,55	3,19	1,77	1,23
WR.49sup.	858	4,67	3,37	1,66	1,28

**Tabla 33-12.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.49sup.	859	4,24	3,28	1,46	1,06
WR.49sup.	860	3,84	2,99	1,67	1,08
WR.49sup.	861	3,97	3,35	1,54	1,16
WR.49sup.	862	3,94	3,50	1,68	1,12
WR.49sup.	863	4,01	3,35	1,62	1,18
WR.49sup.	864	4,06	3,14	2,17	1,51
WR.49sup.	865	4,08	3,24	1,37	1,11
WR.49sup.	866	4,08	3,50	1,29	1,17
WR.49sup.	867	3,60	2,86	1,24	1,02
WR.49sup.	868	3,67	3,40	1,53	1,21
WR.49sup.	869	3,64	3,37	1,52	1,09
WR.49sup.	870	3,55	3,62	1,52	1,15
WR.49sup.	871	3,70	3,37	1,43	1,14
WR.49sup.	872	3,74	3,11	1,42	1,09
WR.49sup.	873	3,72	3,30	1,63	1,17
WR.49sup.	874	3,78	3,08	1,55	1,13
WR.49sup.	875	4,11	3,24	1,71	1,15
WR.49sup.	876	4,07	3,57	1,65	1,22
WR.49sup.	877	3,52	3,15	1,83	1,22
WR.49sup.	878	3,84	3,17	1,82	1,33
WR.49sup.	879	4,04	3,39	1,42	1,16
WR.49sup.	880	3,88	3,29	1,48	1,23
WR.49sup.	881	3,82	3,48	1,48	1,25
WR.49sup.	882	4,19	3,61	1,45	1,11
WR.49sup.	883	3,57	3,20	1,42	1,13
WR.49sup.	884	3,86	2,96	1,49	1,04
WR.49sup.	885	3,50	2,98	1,34	1,08
WR.49sup.	886	3,68	3,19	1,54	1,01
WR.53	887	3,78	3,41	1,66	1,04
WR.53	888	4,11	3,40	1,93	1,12
WR.53	889	4,14	3,62	1,51	1,14
WR.53	890	3,41	3,22	1,96	1,27
WR.53	891	4,28	3,35	2,23	1,49
WR.53	892	3,74	3,04	1,71	1,11
WR.53	893	3,52	3,29	1,58	0,99
WR.53	894	4,21	3,25	1,38	1,14
WR.53	895	3,86	3,43	1,65	1,11
WR.53	896	3,60	3,35	1,49	1,23
WR.53	897	4,14	3,14	1,55	1,03
WR.53	898	4,38	3,40	1,91	1,44
WR.53	899	4,14	3,44	1,53	1,17
WR.53	900	4,40	3,44	1,81	1,40
WR.53	901	4,71	3,98	1,98	1,22
WR.53	902	3,77	3,10	1,63	0,97
WR.53	903	3,74	3,39	1,94	1,46
WR.53	904	3,83	3,34	1,65	1,28
WR.53	905	3,68	3,13	1,49	1,19
WR.53	906	4,37	3,70	1,98	1,35
WR.53	907	3,85	2,98	1,56	1,00
WR.53	908	3,56	3,23	1,92	1,36
WR.53	909	4,17	3,98	1,75	1,33
WR.53	910	3,42	3,07	1,45	1,21
WR.53	911	4,17	3,34	1,63	1,19
WR.53	912	4,21	3,61	1,55	1,35
WR.57	913	4,27	3,39	1,88	1,16
WR.57	914	3,80	4,00	1,70	1,22
WR.57	915	4,21	3,50	1,88	1,43
WR.57	916	4,11	3,36	1,81	1,40
WR.57	917	3,78	3,04	1,57	1,31
WR.57	918	4,83	3,43	1,80	1,46
WR.57	919	3,98	3,52	1,58	1,16
WR.57	920	4,28	3,79	2,18	1,28
WR.57	921	4,20	3,39	2,24	1,20
WR.57	922	4,37	3,25	2,36	1,15
WR.57	923	4,14	3,38	2,05	1,49
WR.57	924	4,08	3,23	1,86	1,34
WR.57	925	4,25	3,39	1,95	1,50
WR.57	926	3,95	3,03	1,84	1,22
WR.57	927	3,91	3,10	2,02	1,37
WR.57	928	4,02	3,29	2,28	1,51
WR.57	929	4,21	3,65	2,42	1,46
WR.57	930	4,23	3,21	2,01	1,24
WR.57	931	4,59	3,59	2,32	1,51
WR.57	932	4,60	3,43	2,49	1,54
WR.57	933	4,08	3,19	2,15	1,49
WR.57	934	4,05	3,39	1,93	1,39
WR.57	935	4,37	3,50	2,24	1,30
WR.57	936	4,04	3,35	2,42	1,62

**Tabla 33-13.- *Lotharingius sigillatus***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Cocolito Coccolith		Area central Central area	
		Longitud Length	Anchura Width	Longitud Length	Anchura Width
WR.57	937	4,43	3,51	2,37	1,71
WR.57	938	4,33	3,51	1,85	1,30
WR.57	939	4,08	3,30	2,06	1,28
WR.57	940	5,14	3,70	2,70	1,54
WR.57	941	4,32	4,25	2,52	1,56
WR.57	942	4,11	3,45	2,28	1,72
WR.57	943	4,75	3,36	2,28	1,44
WR.57	944	4,06	3,24	1,82	1,23
WR.61	945	3,84	3,29	1,82	1,33
WR.61	946	4,17	3,30	2,21	1,29
WR.61	947	3,88	3,60	1,59	1,20
WR.61	948	3,91	3,22	2,00	1,26
WR.61	949	3,82	3,33	1,67	1,04
WR.61	950	4,53	3,44	1,94	1,29
WR.61	951	3,75	2,90	1,71	1,15
WR.61	952	3,80	3,28	1,51	1,18
WR.61	953	3,74	3,00	1,43	1,15
WR.61	954	4,35	3,41	1,54	1,00
WR.61	955	4,01	3,12	1,50	1,25
WR.61	956	4,36	3,77	1,63	1,18
WR.61	957	4,17	3,62	1,68	1,22
WR.61	958	3,61	3,01	1,90	1,22
WR.61	959	4,60	3,51	2,15	1,53
WR.61	960	4,34	3,47	1,78	1,23
WR.61	961	3,77	3,24	1,56	1,13
WR.61	962	4,26	3,04	1,58	1,11
WR.61	963	3,73	3,04	1,88	1,07
WR.61	964	3,58	2,91	1,45	1,14
WR.61	965	3,97	2,96	1,50	1,11
WR.61	966	3,36	2,50	1,52	1,09
WR.61	967	3,76	3,34	1,49	1,26
WR.61	968	4,00	3,44	1,49	1,00
WR.61	969	4,38	3,36	1,80	1,22
WR.61	970	4,13	3,27	1,78	1,30
WR.61	971	4,03	3,33	1,91	1,28
WR.61	972	3,98	3,39	1,60	0,93
WR.61	973	4,31	3,05	1,89	1,21
WR.61	974	3,82	2,99	1,88	1,25
WR.61	975	3,64	3,27	1,54	1,23
WR.61	976	3,91	3,10	1,79	1,19
WR.61	977	3,84	2,94	1,82	1,02
WR.61	978	3,37	2,93	1,34	1,11

Tabla 34.- *Lotharingius umbriensis*

Muestra Sample	Individuo Specimen	Longitud Length	Anchura Width
2SAD.40B	1	3,3	2,9
2SAD.40B	2	4,1	3,5
2SAD.40B	3	3,1	2,7
2SAD.40B	4	2,8	2,4
2SAD.40B	5	3,2	2,9
2SAD.40B	6	3,7	3,4
2SAD.40B	7	2,9	2,5
2SAD.40B	8	3,0	2,6
2SAD.40B	9	3,2	2,7
2SAD.40B	10	3,3	2,9
2SAD.40B	11	3,7	3,3
2SAD.40B	12	4,4	3,7
2SAD.40B	13	4,1	3,8
2SAD.40B	14	3,0	2,5
2SAD.40B	15	2,7	2,4
2SAD.40B	16	3,5	2,9
2SAD.40B	17	3,2	2,6
2SAD.40B	18	4,1	3,8
2SAD.40B	19	3,1	2,6
2SAD.40B	20	4,8	4,2
2SAD.40B	21	3,2	2,8
2SAD.40B	22	2,8	2,4
2SAD.40B	23	4,0	3,5
2SAD.40B	24	3,1	2,7
2SAD.40B	25	3,5	2,9
2SAD.48	26	2,9	2,5
2SAD.48	27	2,7	2,4
2SAD.48	28	3,1	2,8
2SAD.48	29	4,1	3,4
2SAD.48	30	3,9	3,3
2SAD.48	31	3,4	3,1
2SAD.48	32	2,8	2,5
2SAD.48	33	3,2	2,7
2SAD.48	34	3,1	2,7
2SAD.48	35	4,5	3,9
2SAD.48	36	2,8	2,5
2SAD.48	37	2,9	2,4
2SAD.48	38	3,5	3,1
2SAD.48	39	3,1	2,7
2SAD.48	40	3,5	3,0
2SAD.48	41	2,9	2,7
2SAD.48	42	3,2	2,8
2SAD.48	43	3,5	3,1
2SAD.48	44	3,1	2,6
2SAD.48	45	3,0	2,5
2SAD.48	46	2,9	2,5
2SAD.48	47	3,2	2,7
2SAD.48	48	2,8	2,4
2SAD.48	49	3,7	3,3
2SAD.48	50	3,1	2,7

	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Media Mean
Longitud (Length)	4,8	2,7	3,3
Anchura (Width)	4,2	2,4	2,9



Tabla 35.- *Schizosphaerella* sp.

Muestra Sample	Individuo Specimen	Diámetro Diameter
WR.7	1	11,2
WR.7	2	9,6
WR.7	3	11,3
WR.7	4	9,3
WR.7	5	10,1
WR.7	6	7,9
WR.7	7	8,3
WR.7	8	12,1
WR.7	9	10,5
WR.7	10	9,5
WR.7	11	8,1
WR.7	12	8,9
WR.7	13	9,3
WR.7	14	10,2
WR.7	15	12,3
WR.7	16	9,8
WR.7	17	8,5
WR.7	18	8,4
WR.7	19	11,2
WR.7	20	9,8
WR.7	21	10,7
WR.7	22	9,7
WR.7	23	10,9
WR.7	24	9,5
WR.7	25	10,9
WR.9	26	11,2
WR.9	27	9,8
WR.9	28	10,4
WR.9	29	11,8
WR.9	30	9,8
WR.9	31	10,3
WR.9	32	10,1
WR.9	33	9,8
WR.9	34	11,6
WR.9	35	10,8
WR.9	36	10,4
WR.9	37	9,8
WR.9	38	8,4
WR.9	39	9,9
WR.9	40	10,3
WR.9	41	11,5
WR.9	42	10,9
WR.9	43	9,8
WR.9	44	8,9
WR.9	45	10,2
WR.9	46	9,7
WR.9	47	8,9
WR.9	48	10,5
WR.9	49	11,5
WR.9	50	9,9

Diámetro Diameter		
Máx (Max)	Mín (Min)	Med (Mean)
12,5	7,9	10,1

**Tabla 36.- *Orthogonoides hamiltoniae***

Muestra Sample	Individuo Specimen	Dimensión máxima Maximum dimension
TUD.245B	1	9,5
TUD.245B	2	8,9
TUD.245B	3	7,5
TUD.245B	4	8,2
TUD.245B	5	6,9
TUD.245B	6	7,5
TUD.245B	7	8,2
TUD.245B	8	10,2
TUD.245B	9	8,1
TUD.245B	10	11,3
TUD.245B	11	9,7
TUD.245B	12	8,1
TUD.245B	13	7,9
TUD.245B	14	7,5
TUD.245B	15	12,3
TUD.245B	16	10,5
TUD.245B	17	9,5
TUD.245B	18	8,1
TUD.245B	19	7,9
TUD.245B	20	7,5
TUD.245B	21	8,9
TUD.245B	22	9,6
TUD.245B	23	7,8
TUD.245B	24	8,3
TUD.245B	25	9,5
TUD.249B	26	7,2
TUD.249B	27	8,4
TUD.249B	28	9,2
TUD.249B	29	11,7
TUD.249B	30	9,3
TUD.249B	31	8,1
TUD.249B	32	10,5
TUD.249B	33	8,3
TUD.249B	34	7,9
TUD.249B	35	10,1
TUD.249B	36	9,6
TUD.249B	37	8,6
TUD.249B	38	7,9
TUD.249B	39	8,3
TUD.249B	40	10,5
TUD.249B	41	11,2
TUD.249B	42	9,5
TUD.249B	43	8,3
TUD.249B	44	7,5
TUD.249B	45	7,1
TUD.249B	46	6,9
TUD.249B	47	8,9
TUD.249B	48	9,3
TUD.249B	49	7,4
TUD.249B	50	8,1

Dimensión máxima Maximum dimension		
Máx (Max)	Mín (Min)	Med (Mean)
12,3	6,9	8,8

ANEXO III  
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CUANTITATIVOS  
*APPENDIX III*  
*QUANTITATIVE ANALYSES AND PCAs RESULTS*

---

[illegible]

Plensbachense Inferior										Plensbachense Superior										Subpisos										
Jamesoni		Ibex		Davosi		Ca + Fi		Margaritatus		Solare		Spinatum		Hawkerense		Zonas de ammonites														
Jamesoni		Validani		MI				Su		Gi		NJ5		Lotharingius hauffii		Subzonas de ammonites														
NJ3																Zonas de nanofósiles														
NJ3																Subzonas de nanofósiles														
																Muestras														
																% Schizosphaerella sp.														
																% Coccolitos														
																Nº Coccolitos														
																% Parhabdolitus spp.														
																% T. patulus														
																% C. crassus														
																% Grupo Crepidolithus														
																% Similiscutum spp.														
																% C. jansae														
																% Biscutum spp.														
																% Lotharingius spp.														
																Shannon Index (H)														
																Species richness														
																	TUD.414 T	10.3	89.7	269	3.0	0.0	1.1	2.2	3.0	24.2	10.0	51.3	1.9	16
																	TUD.414 B	7.7	92.3	277	3.6	1.1	1.4	2.5	4.0	27.1	9.4	44.8	2.1	18
																	TUD.412	34.0	66.0	198	5.6	1.5	0.0	0.0	1.5	46.0	6.6	32.8	1.7	12
																	TUD.408	31.7	68.3	205	3.4	1.5	1.0	0.0	1.0	54.6	7.3	27.8	1.6	12
																	TUD.406	22.0	78.0	234	8.1	2.1	3.4	7.3	0.9	17.9	19.7	36.3	2.2	16
																	TUD.404	24.0	76.0	228	16.7	1.3	13.2	9.2	0.0	7.0	9.6	39.5	2.2	14
																	TUD.400	58.0	42.0	126	16.7	0.0	11.1	4.0	0.0	44.4	3.2	20.6	1.4	10
																	TUD.399	46.0	54.0	162	17.9	8.6	4.9	1.2	4.9	11.7	10.5	32.1	2.0	14
																	TUD.393 T	38.7	61.3	184	16.3	8.7	1.6	2.2	0.0	16.8	13.0	37.0	2.0	15
																	TUD.393 B	42.3	57.7	173	20.2	7.5	1.2	3.5	0.0	22.0	4.6	38.2	1.8	13
																	TUD.387 T	11.0	89.0	267	16.1	13.5	7.9	3.7	0.4	0.0	9.7	46.4	2.1	13
																	TUD.387 B	21.0	79.0	237	11.8	7.6	36.7	25.3	0.0	3.4	2.1	7.2	2.0	14
																	TUD.385	18.7	81.3	244	29.5	10.2	4.9	8.2	2.9	6.6	6.6	21.7	2.4	20
																	TUD.379 T	24.0	76.0	228	32.9	11.4	2.6	0.9	0.4	4.8	21.5	21.5	2.1	16
																	TUD.379 C	14.7	85.3	256	32.8	8.6	3.9	16.4	0.0	10.9	10.9	10.2	2.3	17
																	TUD.370	14.0	86.0	258	1.6	3.1	51.2	33.7	0.0	1.2	2.3	6.2	1.6	11
																	TUD.369	15.3	84.7	254	41.3	12.6	8.7	19.3	1.2	0.8	4.3	7.1	2.2	18
																	TUD.367	14.0	86.0	258	22.5	14.3	27.9	5.8	2.3	10.1	6.6	8.5	2.2	15
																	TUD.361	29.0	71.0	213	28.2	6.6	4.2	3.8	0.0	11.7	30.5	14.1	2.3	13
																	TUD.359	37.7	62.3	187	30.5	7.0	23.5	26.7	0.0	8.6	2.7	0.0	1.9	12
																	TUD.355 B	10.3	89.7	269	16.7	10.0	7.4	22.3	0.0	2.2	31.2	7.8	2.5	16
																	TUD.345	30.7	69.3	208	14.9	8.7	22.6	30.8	0.0	14.9	5.3	0.0	2.0	15
																	TUD.339	22.7	77.3	232	22.8	3.9	9.9	15.5	0.0	37.9	6.0	3.0	1.9	12
																	TUD.337	17.0	83.0	249	18.5	12.4	20.9	24.1	0.0	16.1	3.2	0.8	2.3	17
																	TUD.335 T	11.7	88.3	265	14.3	12.8	23.0	21.5	1.5	6.4	8.3	3.8	2.4	20
																	TUD.327	4.7	95.3	286	2.1	0.3	29.4	42.0	17.1	0.0	1.7	0.0	2.1	16
																	TUD.319	8.0	92.0	276	6.5	4.0	29.0	41.3	16.7	0.7	1.1	0.0	2.2	15
																	TUD.316	4.0	96.0	288	11.1	3.1	28.1	30.2	25.0	0.0	0.0	0.0	2.1	11
																	TUD.311	5.7	94.3	283	12.7	4.9	29.0	28.3	22.3	0.0	0.0	0.0	2.0	10
																	TUD.310	8.0	92.0	276	5.1	7.6	35.9	39.1	12.3	0.0	0.0	0.0	1.8	11
																	TUD.302	4.0	96.0	288	4.2	0.0	21.2	43.1	30.2	0.7	0.0	0.0	2.3	15
																	TUD.300 TA	20.3	79.7	239	14.2	10.5	33.5	30.5	7.9	0.0	0.0	0.0	2.1	11
																	TUD.292 B	26.3	73.7	221	0.0	5.9	7.2	5.0	81.9	0.0	0.0	0.0	1.9	9
																	TUD.288 T	5.3	94.7	284	8.5	0.0	26.8	30.3	33.5	0.0	0.0	0.0	2.0	11
																	TUD.281+7	31.0	69.0	207	16.9	4.3	25.1	25.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	10
																	TUD.280 TB	17.0	83.0	249	12.4	0.0	0.0	20.5	63.9	0.0	0.0	0.0	2.1	10
																	TUD.280 TA	74.7	25.3	76	26.3	6.6	25.0	22.4	17.1	0.0	0.0	0.0	1.1	12
																	TUD.279 B	20.0	80.0	240	12.9	0.4	40.4	39.6	2.9	0.4	0.0	0.0	1.7	12
																	TUD.275 A	49.0	51.0	153	18.3	2.6	17.0	34.6	8.5	0.0	0.0	0.0	1.9	17
																	TUD.263 C	22.7	77.3	232	23.7	10.8	12.5	25.4	7.8	0.0	0.0	0.0	2.4	14
																	TUD.257 B	33.3	66.7	200	18.5	7.5	9.5	17.0	29.0	0.0	0.0	0.0	2.3	14
																	TUD.249 T	4.0	96.0	288	56.9	2.8	1.0	30.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	11
																	TUD.245 B	74.3	25.7	77	27.3	3.9	7.8	7.8	7.8	0.0	0.0	0.0	1.1	13
																	TUD.239	39.0	61.0	183	11.5	8.7	12.6	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	10
																	TUD.213	50.0	50.0	150	74.0	3.3	8.7	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	10

**Tabla 2.-** Porcentajes de los géneros y especies más abundantes en las asociaciones de nanofósiles de la sección de Tudanca. El porcentaje de cada especie de coccolitos fue estimado con respecto al número total de coccolitos, y el porcentaje del nanolito *Schizosphaerella* fue calculado respecto al contenido total en nanofósiles. También se incluyen el índice de diversidad de Shannon (H) y la riqueza de especies (*species richness*) de cada muestra.

**Table 2.-** Percentages of the most common genera and species in the calcareous nannofossil assemblages from the Tudanca section. The percentage of each coccolith species was estimated with respect to the total number of coccoliths, and the percentage of *Schizosphaerella* sp. was calculated with respect to the total nannofossil content. Shannon diversity Index (H) and species richness of each sample are also included.

[illegible]

	Plensbachense Inferior										Plensbachense Superior										Subpisos																																				
	Jamesoni					Ibox					Davosi					Stokesi					Margaritatus					Zonas de ammonites																															
	NJ3 C. crassus					NJ4 S. cruciulus					NJ4a C. plensbachensis					NJ4b C. granulatus					NJ5a B. finchii					Zonas de nanofósiles					Zonas de ammonites																										
																										Subzonas de nanofósiles					Zonas de ammonites																										
																									Muestras																																
																									STT.118B	19	18	19																			Schizosphaerella sp.										
																									STT.118A	29	13	12			5																	P. liasicus distinctus									
																									STT.114T	23	13	16			7	5																	P. liasicus liasicus								
																									STT.112T	24	14	34				6																		P. robustus							
																									STT.112B	36	5	25			26	3																		Parahoplithus spp.							
																									STT.106	86	7	37			5	11																		T. paktulus							
																									STT.104	30	5	25			5	8																			M. elegans						
																									STT.98T	53	3	7			3	2																				C. crassus					
																									STT.96T	28	4	44			5	4																				Crepidolithus spp.					
																									STT.92T	23	3	18			2	4																				C. jansae					
																									STT.86T	24	5	29			17	1																				C. plensbachensis					
																									STT.86B	36	3	14			4	4																				C. primulus					
																									STT.84	19	13	19			15	2																					Similiscutum spp.				
																									STT.78T	47	4	18			11																						C. crucifer				
																									STT.78B	12	5	39			23	5	8																				Crepidolithus sp. 1				
																									STT.71C	31	3	28			3	39																					C. granulatus				
																									STT.71B	71	21	37			2	41	13																					M. lenticularis			
																									STT.71A	73	33	66			53	8	9																					S. avitum			
																									STT.69T	29	39	67			63	1	7	4																				S. cruciulus			
																									STT.59B	25	4	2			10																							S. orbiculus			
																									STT.55B	78		26			2	7	4																						Calyculus spp.		
																									STT.51T	28	19	26			3	2																							B. pinsii		
																									STT.49T	28	8	28			13	9	11																						B. novum		
																									STT.45	40	18	30			19	3	2																						B. grande		
																									STT.41T	16	6	33			3	12	5																							L. barozzi	
																									STT.41	27		21			6	10	2																							L. hauffii	
																									STT.33	86	6	41																											Total		
																									STT.25C	11	5	40			3																										
																									STT.23C	23	5	48			32	5	10																								
																									STT.21B	104	15	43			1	44	9																								
																									STT.15B	32	37	72			3	57	11																								
																									STT.13	110	16	54			6	32	4																								
																									STT.4	202	6	42			2	16	4																								

**Tabla 4.-** Número de especímenes identificados de cada especie sobre los 300 contados en cada muestra de la sección de Santotis.

**Table 4.-** Number of specimens identified of each species over the 300 specimens counted in each sample from the Santotis section.

	Subpisos		Plensbachense Superior													
	Zonas de ammonites		Margartaus	Zonas de nanofósiles												
	Zonas de nanofósiles		NJ5 L. hauffi	Subzonas de nanofósiles												
				Muestras	% <i>Schizosphaerella</i> sp.	% Coccolitos	Nº Coccolitos	% <i>Parhabdolithus</i> spp.	% <i>C. crassus</i>	% <i>C. crucifer</i>	% Grupo <i>Crepidolithus</i>	% <i>Similiscutum</i> spp.	% <i>Biscutum</i> spp.	Shannon Index (H)	Species richness	
Plensbachense Inferior	Jamesoni	NJ3 C. crassus	NJ4 S. cruciatus	NJ4b C. granulatus	STT.118B	6,3	93,7	281	13,2	11,4	10,0	9,3	42,3	6,0	2,6	18
					STT.118A	9,7	90,3	271	11,1	1,1	0,4	8,9	71,6	4,4	2,3	17
					STT.114T	7,7	92,3	277	13,0	1,4	2,9	5,8	59,9	10,5	2,5	20
					STT.112T	8,0	92,0	276	17,4	29,0	11,6	18,8	17,8	1,8	2,3	16
					STT.112B	12,0	88,0	264	21,2	12,5	17,8	18,9	20,5	2,7	2,5	20
					STT.106	28,7	71,3	214	22,9	4,2	8,9	1,9	32,7	11,7	2,5	20
					STT.104	10,0	90,0	270	13,0	19,6	17,0	17,4	6,3	17,8	2,6	23
					STT.98T	17,7	82,3	247	5,3	6,5	2,0	1,2	68,0	10,5	2,3	18
					STT.96T	9,3	90,7	272	19,5	16,5	14,3	16,2	26,5	2,9	2,5	18
					STT.92T	7,7	92,3	277	8,3	17,7	16,2	14,4	35,4	1,4	2,4	20
					STT.86T	8,0	92,0	276	18,5	17,4	25,0	26,1	8,3	2,9	2,3	17
					STT.86B	12,0	88,0	264	8,0	26,5	22,3	32,2	6,8	2,7	2,1	16
	STT.84	6,3	93,7	281	16,7	25,6	14,6	36,7	2,1	1,4	2,2	15				
	STT.78T	15,7	84,3	253	13,0	25,3	21,7	26,9	7,9	1,2	2,2	16				
	STT.78B	4,0	96,0	288	23,3	16,0	11,1	18,8	19,4	2,4	2,6	18				
	STT.71C	10,3	89,7	269	27,1	23,0	12,3	24,2	9,3	0,0	2,3	17				
	STT.71B	23,7	76,3	229	44,1	9,6	1,3	18,3	16,2	0,0	2,4	19				
	STT.71A	24,3	75,7	227	67,0	0,0	0,0	7,0	13,2	0,0	2,1	15				
	STT.69T	9,7	90,3	271	62,4	1,5	0,0	13,7	12,5	0,0	2,3	15				
	STT.59B	8,3	91,7	275	5,8	8,7	5,5	16,0	58,9	0,0	2,4	16				
	STT.55B	26,0	74,0	222	15,8	26,6	1,4	46,4	8,1	0,0	1,9	14				
	STT.51T	9,3	90,7	272	17,6	17,3	1,1	21,3	37,5	0,0	2,5	16				
	STT.49T	9,3	90,7	272	18,0	26,1	0,0	34,9	8,1	0,0	2,4	17				
	STT.45	13,3	86,7	260	25,8	12,7	0,0	16,9	38,8	0,0	2,5	16				
STT.41T	5,3	94,7	284	19,0	15,8	0,0	27,1	30,6	0,0	2,6	18					
STT.41	9,0	91,0	273	13,6	34,4	0,0	37,0	5,1	0,0	2,0	14					
STT.33	28,7	71,3	214	22,0	32,7	0,0	42,1	0,9	0,0	1,7	10					
STT.25C	3,7	96,3	289	16,6	24,9	3,5	42,9	7,6	0,0	2,1	14					
STT.23C	7,7	92,3	277	30,7	29,2	0,0	29,6	2,2	0,0	2,2	13					
STT.21B	34,7	65,3	196	52,6	7,1	3,6	10,2	11,7	0,0	2,1	16					
STT.15B	10,7	89,3	268	63,1	7,8	0,0	15,7	3,7	0,0	2,2	13					
STT.13	36,7	63,3	190	56,8	11,6	0,0	22,1	0,0	0,0	2,0	13					
STT.4	67,3	32,7	98	67,3	12,2	0,0	10,2	0,0	0,0	1,2	12					

**Tabla 5.-** Porcentajes de los géneros y especies más abundantes en las asociaciones de nanofósiles de la sección de Santotis. El porcentaje de cada especie de coccolitos fue estimado con respecto al número total de coccolitos, y el porcentaje del nanolito *Schizosphaerella* fue calculado respecto al contenido total en nanofósiles. También se incluyen el índice de diversidad de Shannon (H) y la riqueza de especies (*species richness*) de cada muestra.

**Table 5.-** Percentages of the most common genera and species in the calcareous nannofossil assemblages from the Santotis section. The percentage of each coccolith species was estimated with respect to the total number of coccoliths, and the percentage of *Schizosphaerella* sp. was calculated with respect to the total nannofossil content. Shannon diversity Index (H) and species richness of each sample are also included.





Pliensbachense Inferior				Pliensbachense Superior				Subpisos	
Ibox	Davoei	Stokesi	Margaritatus	Spinatium	Zonas de ammonites			Zonas de ammonites	
Va	Lu	Ca	Monestieri	Ce	Subnodosus	Gi	Solare	Ha	Subzonas de ammonites
NJ4 Similiscutum cruciatus				NJ5 Lotharingus hauffii				Zonas de nanofósiles	
NJ4a C. pliensbachensis				NJ5a B. finchii				Subzonas de nanofósiles	
NJ4b C. granulatus				NJ5b L. sigillatus				Muestras	
3CM.214P	48	76	2	6					Schizosphærella sp.
3CM.196	65	88	4	13	2				C. jansae
3CM.186	73	114	3	14					P. liasicus distinctus
3CM.174	49	14	3	34	1				P. liasicus liasicus
3CM.168	114	100	2	16	4				Parahadolithus spp.
3CM.154	109	33	2	56					C. primulus
3CM.146T	89	48	15	53	13				T. patulus
3CM.144	71	31	3	38	2				Crepidolithus spp.
3CM.126B	52	101	8	19					C. crassus
3CM.104	62	75	2	35	2				C. cavus
3CM.96	86	49	2	3	1				Crepidolithus sp. 1
3CM.92	87	69	1	23	1				C. crucifer
3CM.77	91	15	4	41	7				C. pliensbachensis
3CM.72	30	16	10	30	7				S. avitum
3CM.70	44	7	13	57	15				S. cruciulus
3CM.64	37	21	32	2	7				S. orbiculus
3CM.60T	73	3	6	50	11				Calyculus spp.
3CM.56B	26	10	22	4	5				M. elegans
3CM.52T	49	3	5	17	3				C. granulatus
3CM.48	30	3	6	23	11				M. lenticularis
3CM.44	54	1	8	3	1				C. minutus
3CM.36B	24	13	19						B. dubium
3CM.34B	43	8	9	3	6				B. prinsii
3CM.28P	33	4	9	27	6				B. novum
3CM.26P	17	3	10	26	7				B. finchii
3CM.24	31	2	7	22					B. grande
3CM.18	8	3	2	18	3				B. intermedium
3CM.16P	9	7	20	6	8				L. hauffii
3CM.10T	28	15	44	16	12				L. burozi
3CM.10	58	2	12	37	5				L. sigillatus
3CM.6T	76	9	17	46	4				L. umbrinus
3CM.6P	114	4	2	28	2				Total
3CM.1P	58	6	5	29	7				300

**Tabla 7.-** Número de especímenes identificados de cada especie sobre los 300 contados en cada muestra de la sección de Camino.

**Table 7.-** Number of specimens identified of each species over the 300 specimens counted in each sample from the Camino section.

Plensbachense Inferior				Plensbachense Superior						Subpisos	
Ibex	Davoei	Stokesi	Margaritatus	Spinatum	Zonas de ammonites						
Fa	Lu	Maculatum	Ca	Monesterli	Ce	Subnodosus	GI	Solare	Ha	Subzonas de ammonites	
NJ4 Smillicutum cruciatum				NJ5 Lotharingus hauffii				Zonas de nanofósiles			
NJ4a C. plensbachensis				NJ5a B. finchii				Subzonas de nanofósiles			
NJ4b C. granulatus				NJ5b L. sigillatus							
										Muestras	
										% <i>Schizosphaerella</i> sp.	
										% Coccolitos	
										Nº Coccolitos	
										% <i>C. jansae</i>	
										% <i>P. l. ilasicus</i>	
										% <i>C. crassus</i>	
										% Grupo <i>Crepidolithus</i>	
										% <i>Smillicutum</i> spp.	
										% <i>Biscutum</i> spp.	
										% <i>L. hauffii</i>	
										Shannon Index (H)	
										Species richness	

Pliensbachense Inferior				Pliensbachense Superior				Subpisos	
Ibex	Davoei	Stokesi	Margaritatus	Spinatum	Zonas de ammonites		Zonas de ammonites		
Lu	Maculatum	Ca	Monesteri	Ce	Subnodulos	Gi	Solare	Ha	
NJ4 Smilisculum cruciatum				NJ5 Lotharingus hauffii					Zonas de nanofósiles
NJ4a C. pliensbachensis				NJ5a B. finchii					Subzonas de nanofósiles
NJ4b C. granulatus				NJ5b L. sigillatus					Muestras
3CM.214P									
3CM.106									
3CM.186									
3CM.174									
3CM.168									
3CM.154									
3CM.146T									
3CM.144									
3CM.126B									
3CM.104									
3CM.96									
3CM.92									
3CM.77									
3CM.72									
3CM.70									
3CM.64									
3CM.60T									
3CM.56B									
3CM.52T									
3CM.48									
3CM.44									
3CM.36B									
3CM.34B									
3CM.28P									
3CM.26P									
3CM.24									
3CM.18									
3CM.16P									
3CM.10T									
3CM.10									
3CM.6T									
3CM.6P									
3CM.1P									
				Factor 1 (53.7%)					
				Factor 2 (17.2%)					
				Factor 3 (14.5%)					

Subpisos	Plensbachense Superior																														Total																																	
	Margariatus															Spinatum																																																
	NJ5															NJ5b																																																
	Loharingius hauffii																																																															
Plensbachense Inferior	Davoei	Stokesi															Subpisos															Total																																
		NJ4															Subzonas de nanofósiles																																															
		Similiscutum cruciulus															Zonas de ammonites																																															
		NJ4a C. pilensbachensis															Zonas de nanofósiles																																															
																																Muestras																																
																																Nº especies																																
																																Schizosphaerella sp.																																
																																P. liasicus distinctus																																
																																P. liasicus liasicus																																
																																C. primulus																																
																																T. patulus																																
																																Crepidolithus spp.																																
																																C. crassus																																
																																C. cavus																																
																																Crepidolithus sp. 1																																
																																C. crucifer																																
																																S. avitum																																
																																S. cruciulus																																
																																S. orbiculus																																
																																M. elegans																																
																																Parahadolithus spp.																																
																																C. granulatus																																
																																Similiscutum spp.																																
																																Calyculus spp.																																
																																C. jansae																																
																																B. prinsii																																
																																B. dubium																																
																																B. grande																																
																																B. novum																																
																																B. intermedium																																
																																B. finchii																																
																																L. barozii																																
																																L. hauffii																																
																																M. lenticularis																																
																																L. umbrinensis																																
																																L. sigillatus																																

**Tabla 10.-** Número de especímenes identificados de cada especie sobre los 300 contados en cada muestra de la sección de San Andrés.

**Table 10.-** Number of specimens identified of each species over the 300 specimens counted in each sample from San Andrés section.

[illegible]

**Tabla 11.-** Porcentajes de los géneros y especies más abundantes en las asociaciones de nanofósiles de la sección de San Andrés. El porcentaje de cada especie de cocolitos fue estimado con respecto al número total de cocolitos, y el porcentaje del nanolito *Schizosphaerella* fue calculado respecto al contenido total en nanofósiles. También se incluyen el índice de diversidad de *Shannon* (H) y la riqueza de especies (*species richness*) de cada muestra.

**Table 11.-** Percentages of the most common genera and species in the calcareous nannofossil assemblages from the San Andrés section. The percentage of each coccolith species was estimated with respect to the total number of coccoliths, and the percentage of *Schizosphaerella* sp. was calculated with respect to the total nannofossil content. Shannon diversity Index (H) and species richness of each sample are also included.



Sin Sup	Plensbachense Inferior										Plensbachense Superior										Subspicos																																																										
	Jamesoni					Davoeli					Stokesi					Margaritatus						Spinatum					Zonas de amonitites																																																				
	Ra	At	Br	Ja	Maj	Validani	Luj/Mi	Figulimuri	Maj	Ce	Subnodosus	Gibbosus	Apirenum	Ha	Subzonas de amonitites																																																																
NJ3 Crepidolithus crassus																NJ4 Similisculum cruciatus																NJ5 Lotharingus hauffi																NJ5b L. sigillatus																Muestras															
NJ3 Crepidolithus crassus																NJ4 Similisculum cruciatus																NJ5 Lotharingus hauffi																NJ5b L. sigillatus																															
ER.657																ER.657																ER.657																ER.657																Schizosphaerella sp.															
ER.653																ER.653																ER.653																ER.653																P. liasicus distinctus															
ER.645																ER.645																ER.645																ER.645																P. liasicus liasicus															
ER.639																ER.639																ER.639																ER.639																Crepidolithus spp.															
ER.633																ER.633																ER.633																ER.633																C. crassus															
ER.627																ER.627																ER.627																ER.627																C. plensbachensis															
ER.621																ER.621																ER.621																ER.621																C. primulus															
ER.615																ER.615																ER.615																ER.615																C. jensae															
ER.609																ER.609																ER.609																ER.609																Crepidolithus sp. 1															
ER.605																ER.605																ER.605																ER.605																T. patulus															
ER.601M																ER.601M																ER.601M																ER.601M																Parhabdolithus spp.															
ER.595																ER.595																ER.595																ER.595																P. robustus															
ER.589M																ER.589M																ER.589M																ER.589M																C. cavus															
ER.585																ER.585																ER.585																ER.585																M. lenticularis															
ER.583																ER.583																ER.583																ER.583																M. elegans															
ER.575																ER.575																ER.575																ER.575																C. crucifer															
ER.571T																ER.571T																ER.571T																ER.571T																C. granulatus															
ER.565																ER.565																ER.565																ER.565																Similisculum spp.															
ER.559																ER.559																ER.559																ER.559																S. cruciatus															
ER.553																ER.553																ER.553																ER.553																S. avitum															
ER.551																ER.551																ER.551																ER.551																Calculus spp.															
ER.549																ER.549																ER.549																ER.549																B. prinsii															
ER.547																ER.547																ER.547																ER.547																B. novum															
ER.545																ER.545																ER.545																ER.545																B. intermedium															
ER.543																ER.543																ER.543																ER.543																B. grande															
ER.541																ER.541																ER.541																ER.541																B. finchii															
ER.539																ER.539																ER.539																ER.539																L. hauffi															
ER.537																ER.537																ER.537																ER.537																L. umbrinensis															
ER.535																ER.535																ER.535																ER.535																L. barozii															
ER.533																ER.533																ER.533																ER.533																B. dubium															
ER.531																ER.531																ER.531																ER.531																L. sigillatus															
ER.529																ER.529																ER.529																ER.529																Total															
ER.527																ER.527																ER.527																ER.527																															
ER.525																ER.525																ER.525																ER.525																															
ER.523																ER.523																ER.523																ER.523																															
ER.521																ER.521																ER.521																ER.521																															
ER.519																ER.519																ER.519																ER.519																															
ER.517																ER.517																ER.517																ER.517																															
ER.515																ER.515																ER.515																ER.515																															
ER.513																ER.513																ER.513																ER.513																															
ER.511																ER.511																ER.511																ER.511																															
ER.509																ER.509																ER.509																ER.509																															
ER.507																ER.507																ER.507																ER.507																															
ER.505																ER.505																ER.505																ER.505																															
ER.503																ER.503																ER.503																ER.503																															
ER.501																ER.501																ER.501																ER.501																															
ER.495sup.																ER.495sup.																ER.495sup.																ER.495sup.																															
ER.491																ER.491																ER.491																ER.491																															
ER.487B																ER.487B																ER.487B																ER.487B																															
ER.479																ER.479																ER.479																ER.479																															
ER.473sup																ER.473sup																ER.473sup																ER.473sup																															
ER.471																ER.471																ER.471																ER.471																															
ER.465sup.																ER.465sup.																ER.465sup.																ER.465sup.																															
ER.461T																ER.461T																ER.461T																ER.461T																															
ER.455T																ER.455T																ER.455T																ER.455T																															
ER.447																ER.447																ER.447																ER.447																															
ER.442																ER.442																ER.442																ER.442																															
ER.439																ER.439																ER.439																ER.439																															
ER.433																ER.433																ER.433																ER.433																															
ER.415																ER.415																ER.415																ER.415																															
ER.399																ER.399																ER.399																ER.399																															
ER.393																ER.393																ER.393																ER.393																															
ER.383																ER.383																ER.383																ER.383																															
ER.377																ER.377																ER.377																ER.377																															
ER.365M																ER.365M																ER.365M																ER.365M																															
ER.359T																ER.359T																ER.359T																ER.359T																															
ER.345																ER.345																ER.345																ER.345																															



[illegible]

[illegible]

**Tabla 15.-** Valores de los factores 1, 2 y 3, obtenidos a partir del PCA, para cada muestra analizada de la sección de E Rodiles.

**Table 15.-** Values of the PCA factorial scores for each analyzed sample from the E Rodiles section.

[illegible]

Plensbachense Superior	Toarcense Inferior				Subtipos											
	Spiratum		Serpentinum			Zonas de ammonites										
	Hawkerense		Elegantulum			Subzonas de ammonites										
	Apynnum	Pa	Semicolatum	Fa		Zonas de nanofósiles										
NJ5a B. finchii	NJ5 Lotharingus hauffii				Subzonas de nanofósiles											
	NJ6 Carinolithus superbus															
	NJ5b L. sigillatus															
	WR.61	10,0	90,0	270		0,0	11,9	36,3	19,6	1,5	3,3	9,3	6,7	5,9	2,1	14
	WR.59	5,0	95,0	285		0,0	7,0	22,1	18,2	2,8	9,1	17,9	5,3	3,5	2,5	20
	WR.57	9,3	90,7	272		0,0	7,4	36,8	14,7	0,4	7,0	11,4	7,7	6,6	2,3	20
	WR.55	30,0	70,0	210		0,0	15,7	24,8	16,7	1,0	0,5	19,5	1,9	1,0	2,0	15
	WR.53	14,0	86,0	258		0,0	9,7	29,1	15,9	0,8	5,0	17,4	8,5	8,1	2,2	17
	WR.51	28,3	71,7	215		0,0	7,0	30,7	19,1	0,9	0,0	13,5	5,1	4,2	2,2	16
	WR.49 sup.	17,3	82,7	248		0,0	6,9	35,5	23,8	1,6	0,0	12,5	7,3	6,5	2,0	16
	WR.49 inf.	14,0	86,0	258		0,0	3,1	34,1	16,7	3,9	0,0	24,0	5,0	4,7	2,0	13
	WR.47	13,3	86,7	260		0,0	5,4	30,4	14,6	5,4	1,9	14,6	11,9	10,0	2,2	19
	WR.45	10,3	89,7	269		0,0	7,8	42,8	22,7	3,3	1,1	8,9	1,5	1,5	2,0	18
	WR.43.7	3,7	96,3	289		0,3	3,8	24,9	11,4	4,5	1,4	18,7	21,8	0,0	2,2	16
	WR.43.5	2,7	97,3	292		0,3	1,0	8,9	3,4	16,4	5,1	25,7	20,2	0,0	2,2	16
	WR.43.3	2,3	97,7	293		1,7	4,4	10,9	16,4	13,3	14,0	23,9	3,8	0,0	2,6	21
	WR.43.1	9,3	90,7	272		2,9	12,9	9,9	0,0	13,6	12,1	16,9	12,1	10,3	2,5	16
	WR.41	31,3	68,7	206		3,4	16,5	6,8	3,4	5,8	9,2	18,4	12,1	11,2	2,4	21
	WR.37	12,3	87,7	263		30,8	10,6	6,1	0,8	5,7	5,3	21,3	0,0	0,0	2,2	18
	WR.35	9,0	91,0	273		5,9	10,3	3,7	1,8	2,6	35,9	11,0	8,1	7,7	2,6	23
	WR.33	7,3	92,7	278		12,2	12,2	1,8	1,4	1,8	23,4	18,0	11,5	9,7	2,5	22
	WR.31	28,7	71,3	214		54,7	15,9	0,0	0,0	3,3	7,0	7,5	2,3	1,9	1,7	13
	WR.29	13,7	86,3	269		30,1	3,1	4,2	4,2	1,9	10,0	16,6	12,7	11,2	2,3	21
	WR.27	14,3	85,7	257		61,1	3,9	3,9	1,9	0,0	0,4	12,1	4,7	4,3	1,7	14
	WR.25	9,0	91,0	273		46,2	15,4	1,5	0,4	0,0	8,8	8,4	7,7	5,1	2,0	19
	WR.23	23,7	76,3	229		50,2	0,4	0,0	0,4	0,9	5,2	24,9	0,9	0,0	1,7	13
	WR.21	7,7	92,3	277		19,1	3,6	0,0	0,4	3,2	19,1	24,5	15,5	0,0	2,4	19
	WR.19	32,0	68,0	204		40,2	1,0	4,4	0,0	7,4	1,5	21,6	5,4	0,0	1,8	13
WR.17	20,0	80,0	240	25,8	7,5	0,0	2,5	0,0	11,3	26,3	14,6	0,0	2,2	18		
WR.15	30,3	69,7	209	30,6	7,2	15,3	4,3	0,0	0,0	29,7	4,3	0,0	1,9	12		
WR.13	28,3	71,7	215	32,6	11,6	13,0	4,2	0,9	1,4	23,7	6,5	0,0	2,0	17		
WR.11	19,7	80,3	241	47,3	8,3	0,8	2,5	0,4	3,7	25,7	0,0	0,0	1,9	19		
WR.9	37,3	62,7	188	47,3	1,1	3,7	4,3	1,1	1,1	27,7	0,0	0,0	1,7	16		
WR.7	58,7	41,3	124	18,5	38,7	0,0	0,0	1,6	4,8	20,2	0,0	0,0	1,4	11		
WR.5	23,3	76,7	230	28,7	24,3	2,2	2,2	1,7	3,9	19,6	0,0	0,0	2,1	17		
WR.3	30,0	70,0	210	11,0	29,0	4,3	5,7	0,5	10,0	18,1	0,0	0,0	2,2	19		
WR.1	37,0	63,0	189	15,3	21,7	2,1	0,5	0,5	2,6	25,4	0,0	0,0	1,9	19		

**Tabla 17.-** Porcentajes de los géneros y especies más abundantes en las asociaciones de nanofósiles de la sección de O Rodiles. El porcentaje de cada especie de cocolitos fue estimado con respecto al número total de cocolitos, y el porcentaje del nanolito *Schizosphaerella* fue calculado respecto al contenido total en nanofósiles. También se incluyen el índice de diversidad de *Shannon* (H) y la riqueza de especies (*species richness*) de cada muestra.

**Table 17.-** Percentages of the most common genera and species in the calcareous nannofossil assemblages from the W Rodiles section. The percentage of each coccolith species was estimated with respect to the total number of coccoliths, and the percentage of Schizosphaerella sp. was calculated with respect to the total nannofossil content. Shannon diversity Index (H) and species richness of each sample are also included.

Pliensbachense Superior	Toarciense Inferior				Subpisos	
	Spinatum		Serpentinum		Zonas de ammonites	
	Apyrenum		Elegantulum		Subzonas de ammonites	
	Haweskerense	Pa	Fa		Zonas de nanofósiles	
	NJ5 Lotharingus hauflii		NJ6 Carinolithus superbus		Subzonas de nanofósiles	
NJ5a B. finchii	NJ5b L. sigillatus		Muestras			
			WR.61	0.68	-0.64	0.23
			WR.59	0.56	-0.74	-0.11
			WR.57	0.63	-0.67	0.12
			WR.55	0.41	-0.83	-0.11
			WR.53	0.60	-0.76	-0.03
			WR.51	0.61	-0.76	0.19
			WR.49 sup.	0.68	-0.67	0.29
			WR.49 inf.	0.51	-0.83	0.05
			WR.47	0.69	-0.67	0.10
			WR.45	0.64	-0.67	0.31
			WR.43.7	0.40	-0.68	-0.21
			WR.43.5	0.09	-0.35	-0.52
			WR.43.3	0.07	-0.57	-0.52
	WR.43.1	0.07	-0.12	-0.86		
	NJ5 Lotharingus hauflii		WR.41	-0.08	-0.26	-0.85
			WR.37	-0.85	-0.48	0.06
			WR.35	-0.16	0.30	-0.48
			WR.33	-0.57	0.04	-0.61
			WR.31	-0.89	-0.12	0.39
			WR.29	-0.83	-0.23	0.22
			WR.27	-0.85	-0.23	0.47
			WR.25	-0.91	-0.11	0.31
			WR.23	-0.88	-0.34	0.24
WR.21			-0.71	-0.26	-0.37	
WR.19	-0.84	-0.39	0.24			
WR.17	-0.82	-0.39	-0.22			
WR.15	-0.62	-0.77	0.07			
WR.13	-0.73	-0.67	0.11			
WR.11	-0.90	-0.38	0.17			
WR.9	-0.84	-0.44	0.24			
WR.7	-0.57	-0.27	-0.39			
WR.5	-0.81	-0.40	-0.09			
WR.3	-0.42	-0.34	-0.46			
WR.1	-0.65	-0.45	-0.36			
		Factor 1 (42,8%)				
		Factor 2 (27,7%)				
		Factor 3 (14,7%)				

**Tabla 18.-** Valores de los factores 1, 2 y 3, obtenidos a partir del PCA, para cada muestra analizada de la sección de O Rodiles.

**Table 18.-** Values of the PCA factorial scores for each analyzed sample from the W Rodiles section.





**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**Facultad de Ciencias Geológicas**  
**Departamento de Paleontología**